ZUR KENNTNIS DER LÖSSVORKOMMEN IN MITTELFRANKEN

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität

Erlangen

vorgelegt von

Hans Löber

Nürnberg

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Juli 1931

W. TÜMMELS BUCHDRUCKEREI

NÜRNBERG 1932

1932.150

Referent:
Universitäts-Professor Geh. Rat Dr. H. Lenk.

Dekan:
Universitäts-Professor Dr. F. Henrich.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit und Verehrung gewidmet.

Inhalt.

Seite

I. Einführung 9

Zur Nomenklatur der Lößbildungen 11

II. Die Lößvorkommen des Arbeitsgebietes

Allgemeine Bemerkungen 12

Die Lößvorkommen des Regnitztales

Steudach 12

Niederndorf 14

Hüttendorf/Eltersdorf 14

Vach/Flexdorf 15

Mühlhof 15

Ellingen/Weißenburg 16

Die Lößvorkommen im Bibertgrund

Ammerndorf 17

Weinzierlein 17

Herpersdorf 18

Kleinere Vorkommen 21

Lößvorkommen auf der südlichen Talseite des Zenngrundes

Daubersbach 21

Straußmühle/Neuhof 22

Lößvorkommen auf der nördlichen Talseite des Zenngrundes

Kleinere Vorkommen 22

Unterulsenbach 22

Wilhermsdorf 23

Heinersdorf 24

Laubendorf 25

Langenzenn 25

Lößvorkommen am Rathsberger Höhenzug und im Schwabachtale

Ziegeleigrube Spardorf 26

Waldrand nordwestlich von Spardorf 31

Kleinere Vorkommen am Rathsberger Höhenzug 32

Weißenohe 32

Forth 33

Die Lößvorkommen des Kalchreuther Höhenzuges und bei Heroldsberg

Vogelleite und Katzenkopf 33

Johannistal 33

Bahnhof Heroldsberg 34

Seite

III. Petrographische Untersuchung der Löße des Arbeitsgebietes . . 36

Das Problem der Lößbildung 40

Die Bildung des mittelfränkischen Löß 41

Die Entstehung sandiger Löße 45

Der Kalkgehalt des Löß 45

Die Zahlenwerte des Kalkgehaltes 48

Der Fossilinhalt unserer Lößablagerungen 48

Bedeutung der Fossilführung für die Altersbestimmung des Löß 49

IV. Die Lößbildungen des Untersuchungsgebietes im Rahmen der Gesamtheit der Diluvialablagerungen 49

Überblick über die Diluvialbildungen des Gebietes . . . 49

Regnitzterrassen, Vollgliederung und absolute Zeitrechnung des Diluviums 52

Gliederung und Alter der Lößbildungen 53

Löße und Terrassen 54

Löß und Flugsande 55

V. Anhang: Durchführung der schlämmanalytischen Untersuchungen 56

Das Schlämmverfahren 56

Eichung des Apparates 57

Vorbereitung des Materials zur Schlämmanalyse 57

VI. Zusammenfassung der Ergebnisse 57

VII. Schriftennachweis 59

Verzeichnis der Abbildungen.

		Seite
Übersichtskarte des Arbeitsgebietes		13
Abb. 1	Herpersdorf: Lageplan	18
Fig. 2	„ Profil I, Photographie	18
„ 3	„ Profil II, Detailphotographie	18
„ 4	Ziegeleigrube Spardorf, Detailphotographie an der Nordwand	19
„ 5	Waldrand bei Spardorf, Profil II, Photographie	19
Abb. 6	Herpersdorf: Profil V	20
„ 7	Wilhermsdorf: Profil	23
„ 8	Heinersdorf: Profil I u. II	24
„ 9	Langenzenn: Profil	25
„ 10	Spardorf, Ziegeleigrube, Lageplan	27
„ 11	„ „ Profil III	28
„ 12	„ „ Profil V	29
„ 13	„ „ Profil VI—IX	30
„ 14	Profil durch das Regnitztal bei Stadeln zwischen Vach und Flexdorf	50
„ 15a	Schlämmapparat	56
„ 15b	„	56

I. Einführung.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, die Kenntnis der Lößablagerungen im Flußgebiet der mittleren Rednitz-Regnitz zu erweitern. Es galt daher zunächst, die Verbreitung und Lagerungsweise dieses in unserem Gebiet nicht sehr häufigen Gesteins genauer festzustellen. Bei Beginn der praktischen Arbeiten zu vorliegender Untersuchung fanden sich die einzigen ausführlicheren Angaben über Lößvorkommen in unserem Gebiet mit Angabe von Profilen bei Blanckenhorn (**6**), dem jedoch nur die durch Ziegeleibetrieb aufgeschlossenen Vorkommen von Johannistal bei Heroldsberg und von Spardorf genauer bekannt waren. Weiterhin erwähnt Gümbel (**25, 31**) einige Lößvorkommen im Bibertgrund (Herpersdorf, Dietenhofen, Leonrod), zu denen in neuerer Zeit noch die von Scherzer (**87, 61**) und Fickenscher (**16, 41 ff.**) angegebenen kommen (Weinzierlein, Ammerndorf). Letzterer weist auch auf das Auftreten von Konchylien und Konkretionen hin. Ferner hat Krumbeck einen Rhinozeroszahn von Spardorf beschrieben (**56**). Weitere Hinweise auf einzelne der oben angegebenen Vorkommen finden sich in der geologischen Heimatliteratur (z. B. bei Scherzer **87** u. **88**). Erst nach Abschluß der praktischen Untersuchungen zu vorliegender Arbeit hat Dorn eine zusammenfassende Darstellung der Lößablagerungen innerhalb der Kartenblätter Gräfenberg und Erlangen-Süd gegeben (**12** u. **13**).

Die bereits makroskopisch feststellbaren Unterschiede in der petrographischen Beschaffenheit der einzelnen Lößbildungen gaben Veranlassung, die Gesteine schlämmanalytisch zu untersuchen. Die Anwendung eines Verfahrens, das von der bisher üblichen Arbeitsweise etwas abweicht (s. u. S. 36 ff.), deckte interessante Zusammenhänge auf.

Schließlich galt es noch, die Ergebnisse der praktischen Untersuchungen zusammenzufassen, auszuwerten und mit dem derzeitigen Stand der geologischen Forschung in Verknüpfung zu bringen.

Bei den Literaturangaben im Text bedeutet die fettgedruckte Zahl die Nummer des Literaturverzeichnisses; die zweite Zahl gibt die zitierte Seite an. Die zahlenmäßigen Ergebnisse der Schlämmanalysen und Kalkbestimmungen sind in einer Tabelle zusammengestellt.

Für vielseitige Anleitung möchte ich Herrn Geheimen Rat Prof. Dr. H. Lenk und Herrn Privatdozent Dr. P. Dorn herzlichst danken. Für manche wertvolle Mitteilung und willkommene Anregung bin ich den Herren Prof. Dr. L. Krumbeck, Prof. Dr. R. Gradmann, Kustos Dr. h. c. K. Hoermann, Bergrat Dr. W. Wagner, Prof. Dr. M. Schlosser, Geologen Kr. Fickenscher, Oberlehrer Heller und Dr. Fl. Heller zu bestem Dank verpflichtet.

Für wertvolle Ratschläge und Hilfe bei der Drucklegung schulde ich Herrn Hauptlehrer Friedrich Meyer II herzlichen Dank.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549628_0020

Zur Nomenklatur der Lößbildungen.

Der „echte" Löß[1]) auf primärer Lagerstätte ist ein gelbliches, schichtungsloses, poröses, leicht zerreibliches aber standfestes Gestein, das senkrecht klüftet und im wesentlichen aus staubfeinem Material besteht (**80**, 57 ff.). Kalkgehalt in wechselnden Mengen und Mangel an abschlämmbaren, tonigen Bestandteilen zeichnen es aus. Letzterem Umstand ist es zuzuschreiben, daß es in Wasser in einen wenig bindigen Brei zerfällt. Porosität und Gehalt an unzersetzten Feldspäten (Kalifeldspat!) machen es zu einem wertvollen, fruchtbaren Ackerboden. Zu den Lößgesteinen sind neben den Umbildungs- und Umlagerungsprodukten des primären Löß auch diejenigen Gesteine zu rechnen, die infolge Ähnlichkeit mit dem Löß in petrographischer Beschaffenheit und Ablagerungsweise auf ähnliche Entstehungsart schließen lassen (z. B. Sandlöß, vgl. dazu Reis **78**, 157).

Bezüglich der Entstehung des Löß gilt wohl heute allgemein die von Richthofen aufgestellte „äolische Lößtheorie", nach welcher das Lößmaterial aus Gebieten mit vorwiegend mechanischer Verwitterung ausgeblasen und auf grasbewachsenen, wohl steppenartigen Flächen wieder abgelagert wurde (vgl. **80**, 74 ff.; **81**, 262 ff.; **41**, 342 ff.).

Obwohl die Zahl der allgemeinen und speziellen Arbeiten über Löß und Lößvorkommnisse bereits recht groß ist, besteht noch keine allgemein gültige und anerkannte Bezeichnungsweise der Lößbildungen. Jeder Verfasser prägt — oft wohl in Anlehnung an andere Einzeldarstellungen — Bezeichnungen, die seinem Untersuchungsgebiet oder seiner Betrachtungsweise angepaßt sind.

Man kann die Lößbildungen nach folgenden Gesichtspunkten einteilen:

nach der Art der Ablagerung (primär, sekundär),
nach der Lage des Gesteins im Gelände,
nach dem Erhaltungszustand des Gesteins,
nach dem Alter seiner Entstehung.

Jede dieser Benennungsarten erweist sich als vorteilhaft und notwendig. Wichtig ist nur, die Einzelbezeichnungen eindeutig und einheitlich zu verwenden, damit ein Ausdruck auch nur einem ganz bestimmten Begriff zugeordnet ist.

Dem Löß auf primärer Lagerstätte stellt man den sekundären oder dejektiven Löß gegenüber, der dadurch entstand, daß Lößmaterial durch fließendes Wasser verschwemmt wurde. Dabei bleibt unberücksichtigt, ob diese Umlagerung vor oder nach der Diagenese stattfand. Umgelagerter Löß ist zumeist nicht porös, oft geschichtet und mit Sand vermischt oder wechsellagernd. Je nach seiner Lagerung an Hängen oder an ebenen Flächen nennt man ihn Gehängelöß oder Schwemmlöß.

Wurde das Lößmaterial gleich primär in Wasserbecken eingeweht — im Rheintal kamen als solche vielleicht vorwiegend Altwässer in Betracht — so nennt Richthofen das Gestein „Seelöß". Beim Durchsinken des Wassers erfolgte eine Saigerung des Lößmaterials, wodurch Schichtung des Gesteins veranlaßt wurde. Nach Richthofen (**80**, 81) ist Seelöß nicht porös, während Baily Willis auch eine Möglichkeit für die Entstehung von Poren in Seelöß angibt (**113**, 252 ff.).

Nach der Lagerung der Lößbildungen im Gelände kann man dieselben in Höhen-(Plateau-)löße, Terrassenlöße und Flankenlöße einteilen. Letztere Bezeichnung wird in vorliegender Arbeit in Gegenüberstellung zu den Gehängelößen (auf sekundärer Lagerstätte) gebraucht im Anschluß an die gebräuchliche, anschauliche Bezeichnung „Flankenlehm" (**41**, 344).

Für die Benennung der Lößablagerungen nach dem Erhaltungszustand ist der Grad der chemischen Veränderung des primären Gesteins maßgebend. „Entkalkter Löß"

[1]) „Löß" ist bekanntlich die volkstümliche Benennung, mit welcher die Bewohner des Rheintales eine dort verbreitete, charakteristische Bodenart bezeichnen (**80**, 56)."

zeigt außer mangelndem Kalkgehalt alle Eigenschaften des echten Löß auf primärer Lagerstätte (s. o.). Es ist daher irreführend, wenn Rosenbusch sagt: „Entkalkter Löß ist Lehm und heißt in Süddeutschland Laimen“ (**82**, 564). Im „Lößlehm“[2]) oder „Laimen“ sind die Feldspäte durch Verwitterung in Tone übergeführt (**111**, 51). Die abschlämmbaren Bestandteile sind gegenüber dem primären Löß angereichert, der Löß ist plastisch und wasserundurchlässig geworden und hat seine Porosität verloren.

Die stratigraphische Bezeichnung der Lößablagerungen erfolgt am besten im Anschluß an Soergel (**93**), der „ältere“, „jüngere“ und „jüngste“ Löße unterscheidet[3]).

II. Allgemeine Bemerkungen zu den Lößvorkommen des Arbeitsgebietes.

Die Lößbildungen bedecken in dem untersuchten Gebiete recht kleine, manchmal bloß einige hundert Quadratmeter große Flächen. Ihrer Ablagerung nach sind sie fast ausschließlich Flankenlöße, welche die flachen westlichen und südwestlichen Hänge der nordsüdlich verlaufenden Täler bedecken. Der Löß findet sich demnach vorwiegend im Haupttal der Rednitz selbst sowie in den dem Haupttal parallel laufenden Seitentälern der Rednitznebenflüsse, während er in den ostwestlich verlaufenden Tälern der Rednitzzuflüsse selbst nur selten beobachtet wurde (s. u. S. 43: vgl. dazu **74**, 93).

Die Mächtigkeit der Lößablagerungen ist sowohl innerhalb der einzelnen Vorkommen als auch im gesamten Arbeitsgebiet beträchtlichen Schwankungen unterworfen. Dies ist einerseits bedingt dadurch, daß der Löß nach seiner Ablagerung wenigstens in seinen oberen Partien nicht selten Umlagerungen erfuhr; andererseits aber vor allem dadurch, daß der Löß-Staub auf ein ausgeprägtes Bodenrelief abgelagert wurde. Jedoch wurden Mächtigkeiten, wie sie der Löß der oberrheinischen Tiefebene zeigt, nirgends festgestellt.

An seiner Oberfläche ist der Löß fast überall mit Eluvialprodukten der Gesteine vermengt, die in seiner Nähe, vor allem hangaufwärts, anstehen. Diese Fremdbestandteile nehmen nach den Rändern der Lößablagerung derart zu, daß eine scharfe Abgrenzung der einzelnen Vorkommnisse zumeist fast unmöglich wird. Reiner, kalkhaltiger Löß bildet die Ackerkrume nur dort, wo die gesamte Verlehmungsrinde abgetragen wurde.

In Gegenden, wo an den Rändern der Lößablagerungen Gesteine zutage treten, die ebenfalls lehmige Eluvialprodukte liefern (z. B. im Liasgebiet), ist die einwandfreie Erkennung einer Lößdecke und ihrer Abgrenzung oft außerordentlich schwierig. (Vgl. dazu Dorn **12** und **13**.)

Die Lößvorkommen des Regnitztales.

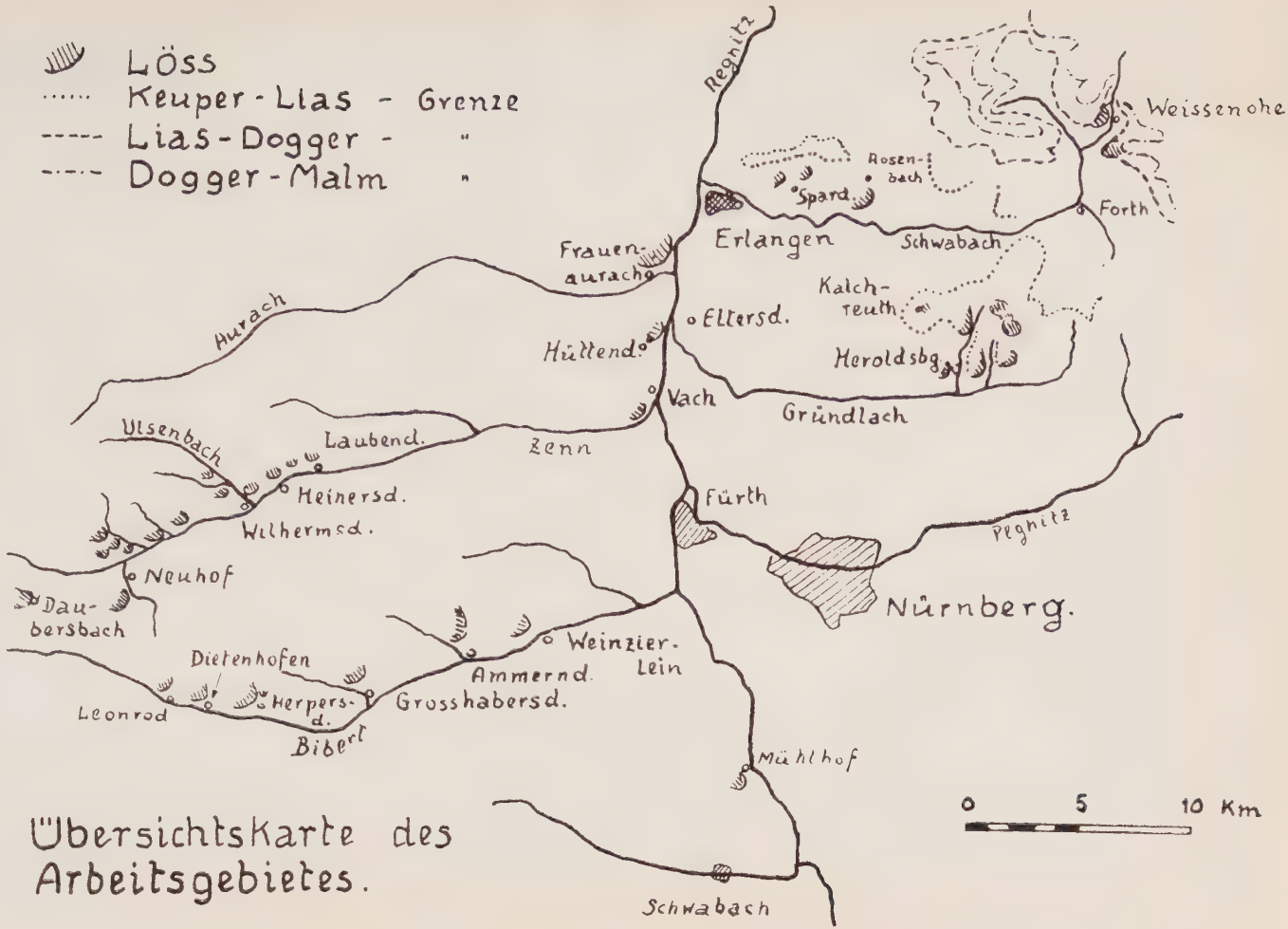
Steudach. Aus dem Regnitztal waren an lößartigen Bildungen bisher nur die von Blanckenhorn (**6**, 6 ff.) beschriebenen Lehme in und um Steudach und bei Kosbach bekannt. In diesen Lehmen zeigt ein Aufschluß an der Straße nach Frauenaurach (100—200 m südlich von Steudach in 310—313 m Meereshöhe) folgendes

Profil:

1. Hangendes: Ackerkrume, bestehend aus sandigem Lehm mit kleinen Geröllen . . . . . 0,15—0,20 m
2. dunkelrotbrauner, geröllfreier Lehm ohne Sand; kalkfrei ohne Erzknöllchen . . . . . ca. 0,50 m
3. Lage von nuß- bis faustgroßen Geröllen: Kieselsteine (z. T. echte Windkanter), Keuperchalzedone, verkieseltes Holz, Lydite.

[2]) Diese Bezeichnung findet sich schon bei Roth (**83**, 633).

[3]) Vgl. dazu S. 53.



Übersichtskarte des Arbeitsgebietes.

4. Liegendes: weißer, stark verwitterter, weicher Sandstein; mit rostbraunen Durchsinterungsstreifen von Eisenhydroxyd, die wellenförmig die horizontalen Schichten durchsetzen und nach unten an Zahl abnehmen . . . . . aufgeschlossen ca. 1,00 m

Nach Blanckenhorn liegen diese Lehme westlich seiner III. Regnitz-(Hoch-) Terrasse. Die Geröllage gehört offenbar zu der von ihm beschriebenen Schotterbedeckung der Hochflächen um Büchenbach und Steudach, die einer IV. Regnitzterrasse entsprächen (**6,** 7). Die III. Terrasse (Hochterrasse) ist frei von diesen Lehmen.

Diese Geröllage an der Basis der Lehme schließt die Annahme aus, daß letztere Eluvialprodukte eines anstehenden Keuperlettens seien. Das Auftreten der Lehme in den für ihr kleines Verbreitungsgebiet recht verschiedenen Höhenlagen (298—315 m, nach Blanckenhorn bis 335 m) läßt sich nicht mit fluviatiler Entstehung in Einklang bringen. Die Lagerungsweise spricht also eher für als gegen die Lößnatur dieser Lehme, wie Neumeister dies meint (**69,** 103). Vielleicht handelt es sich um die Verwitterungsprodukte eines Plateaulöß, wie man ihn am Katzenkopf bei Kalchreuth (s. u. S. 33) noch in typischer Erhaltung vorfindet.

Die Schlämmanalyse (A 23 der Tabelle) kennzeichnet die Lehme als echte Lößlehme, in denen ja auch schon Reste der Löß-Schnecke Helix pulchella Müll. gefunden worden sein sollen (**37,** 19). Größere Erzkonkretionen von 2—5 mm Größe, die Blanckenhorn ein Hauptargument für die Lößnatur dieser Lehme sind, fanden sich in dem Aufschluß bei Steudach nicht. Dagegen sind sie sehr zahlreich in den gelben Lehmen am Klosterholz enthalten. Verfasser möchte jedoch das Vorkommen von Brauneisensteinkonkretionen nicht als ein Charakteristikum von Lößlehm ansprechen. Solche Konkretionen treten auch in anderen Lehmbildungen auf. Sie finden sich, allerdings nicht über 2 mm groß, z. B. im Liaseluviallehm von Wellucken (östlich Erlangen). Im Lehm von Steudach dürfte man die ausgelaugten Eisenverbindungen wahrscheinlich in den Eisenhydroxydstreifen im liegenden Sandstein zu suchen haben. Durch diesen wird auch der Kalkgehalt der dünnen Lehmdecke entführt worden sein. Über die mutmaßliche Altersstellung dieser Lehme s. u. S. 54.

Niederndorf. Die Ziegeleigrube bei Niederndorf auf der rechten Seite der Aurach enthält in ihrer Westwand einen Lehm aufgeschlossen, der nach seiner Standfestigkeit und Klüftung auf einige Entfernung einer echten Lößbildung außerordentlich ähnlich sieht. Doch verbietet seine Korngrößenzusammensetzung (Analyse 41 der Tabelle) ihn als „Löß" zu bezeichnen. Seiner Lagerungsweise nach ist er jedoch wohl als eine lokale, vielleicht durch besonders grobe Ausbildung des umgebenden Keupers verursachte Ablagerung aufzufassen, die hier den Löß vertritt (vgl. dazu Reis **78,** 157).

Profil:

1. Hangendes: hellgrau-gelber, lehmiger Sand, wenig bindig . . . . . ¾ m
2. stark sandiger, lößlehmartiger Lehm, senkrecht klüftend; Oberkante ungefähr hangparallel . . . . . ½ m
3. Liegendes: verschüttet, ... bis Grubensohle 2½ m

Hüttendorf und Eltersdorf. Geht man von Hüttendorf auf dem Fahrweg gegen Eltersdorf, so findet man an der Südostecke des Waldes, der sich auf der linken Seite der Straße hinzieht, dort, wo letztere nach Norden umbiegt, einen Aufschluß im Diluvium. Dieser zeigt über der welligen Oberfläche von stark verwittertem, hellgrauem Keupersandstein eine Lage von ziemlich verfestigtem, stellenweise lehmigem und z. T. wohlgeschichtetem Sand. Derselbe enthält viel Kieselgeröll und an manchen Stellen eine basale Lage von flachliegenden Keupersandsteinbrocken. Diese Bildungen, welche wohl den westlichen Außenrand der Hauptterrasse darstellen, werden überlagert von primärem Löß, der jedoch nur an einer Stelle in seinen unteren Partien geringen Kalkgehalt aufweist und Pupa muscorum L. einschließt. An dieser Stelle zeigt der Aufschluß folgendes

Profil I:

1. Hangendes: Ackerkrume . . . . . 0,50 m
2. entkalkter Löß, nach unten kalkhaltig werdend und Pupa musc. L. führend 0,70 m
3. teilweise lehmige, kleines Kieselgeröll führende Sande . . . . . 0,60 m
4. Liegendes: stark verwitterter hellgrauer Keupersandstein, aufgeschlossen 1,30 m

Südlich des Weges befindet sich auf gleicher Höhe ein Schurf, der jedoch nur lehmig-sandige Schotter in nicht ganz 2 m Mächtigkeit aufschließt.

Etwa 50 m östlich von Profil I, also gegen den Fluß zu, ist 5 m tiefer gelegen in einem Schurf folgende **Schichtengliederung** zu erkennen:

Hangendes: stark sandiger, geröllfreier, brauner Lehm . . . . . ½ m
Liegendes: Schotterlehm mit vielen Keupersandsteinbrocken und kleinen Kieselgeröllen . . . . . 1 m

(Typische Lydite wurden in diesem Aufschluß nicht beobachtet.)

Die drei beschriebenen Aufschlüsse sind wohl Anschürfungen jenes Schuttkegels, welchen der von Eltersdorf kommende Bach der Hauptterrassenzeit in das Flußtal hinein aufgeschüttet hat. (Vgl. Neumeister **69**, 49, Abb. 15.)

Etwa 20 m vor der Eltersdorfer Brücke ist am linken Rand des Weges noch einmal ein Aufschluß geschaffen, der folgendes zeigt:

Profil II:

1. Hangendes: lockerer, heller, fast geröllfreier Sand . . . . . 1,0 m
2. grobsandige Schotter, aus Keuperschutt und viel kleinem Kieselgeröll bestehend . . . . . 1,1 m
3. grober Sand, mit lößlehmähnlichem, wenig plastischem Lehm wechsellagernd 0,4 m
4. Liegendes: weicher, brauner Lehm mit unbestimmbaren Konchylien; in millimeterdicken Lagen mit feinem Sand wechsellagernd . . . . . 1,0 m

Die Oberkante des liegenden Lehmes liegt mit 286 m Meereshöhe (nach Gradabteilungsblatt Herzogenaurach 1:25 000) 5 m tiefer als die Unterkante des Diluvialsandes im benachbarten, oben beschriebenen Lößprofil. Auch dieses Profil ist demnach der Hauptterrasse zuzurechnen. Der liegende Lehm ist wohl ein alter Auelehm. Dafür spricht auch seine Korngrößenzusammensetzung (Analyse 42 der Tabelle), die zwar den für Löß typischen Mangel an abschlämmbarem Material, sowie das Vorherrschen staubfeiner Teilchen zeigt, aber durch Mangel an gröberen Bestandteilen von der Zusammensetzung der echten Lößbildungen des Regnitztales wesentlich abweicht.

Ein weiteres Vorkommen von echtem Löß ist an der Straße von **Vach nach Flexdorf** bzw. Atzenhof aufgeschlossen. Das Gestein steht etwa in der Mitte der ½ km langen, schmalen Waldparzelle, die sich an dem Hang östlich von Flexdorf hinzieht, in einer kleinen, alten Lehmgrube an. Es lagert auf der Hauptterrasse, welcher hier in besonders deutlicher Ausbildung die Vorstufe vorgelagert ist (**69**, 79). Der Aufschluß läßt folgende **Gliederung** erkennen:

1. Hangendes: rotbrauner, kalkfreier Lößlehm . . . . . 1—1½ m
2. kalkhaltiger Lößlehm (Analyse 25) . . . . . 1 m
   übergehend in das
3. Liegende: lehmiger Sand mit Geröllen . . . . . ½ m

Die sandigen Schotter sind 1½ m tiefer am Waldrand in 290—292 m Meereshöhe angeschürft.

Während sich Blanckenhorns I. und II. Regnitzterrasse lückenlos über Fürth hinaus nach Süden verfolgen lassen (s. u. S. 52), findet sich das nächste Lößvorkommen erst viel weiter südlich zwischen **Mühlhof und Wolkersdorf**[4]). (Vgl. Topogr. Atlas von

[4]) Die Kenntnis dieses Vorkommens verdanke ich Herrn Oberlehrer Heller, Nürnberg.

Bayern 1:50 000, Blatt Nürnberg West.) Dort ist ca. 200 m westlich der Straße (nordwestlich von Punkt 317) in einer alten Lehmgrube typischer, ziemlich sandiger Lößlehm ohne Kalkgehalt, Konkretionen und Konchylien aufgeschlossen. Das Vorkommen lieferte folgendes

Profil I:

1. Hangendes: nicht aufgeschlossen . . . . . ca. ½ m
2. rotbrauner, ziemlich sandiger, kalkfreier Lößlehm (Analyse 26), stellenweise mit kleinen Kiesel- und Keupersandsteingeröllen . . . . . 4 m
3. mittel- bis grobkörniger Sand mit viel kleinem Quarzgeröll . . . . 1 m
4. Liegendes: geröllfreier Lößlehm wie 2.; aufgeschlossen. . . . . ⅓ m

Das sanft nach Norden einfallende Hangende zeigt wenige Meter nördlich des Profils I folgende Detailgliederung:

Profil II:

1. Hangendes: sandiger Lehm (Bodenkrume) . . . . . 0,40 m
2. dunkelgefärbte (kohlige?) lehmig-blättrige Schicht . . . . . 0,15—0,10 m
3. sandiger Lößlehm . . . . . 0,30 m
4. rotbraunes Sandband . . . . . 0,03—0,05 m
5. sandiger Lößlehm wie 3. . . . . 0,10 m
6. grober Sand mit Geröll, nach Süden auskeilend . . . . . 0,10—0,15 m
7. dunkler, kohliger Letten . . . . . 0,10 m
8. Liegendes: Lößlehm, identisch mit Profil I/2.

Das Vorkommen liegt, ähnlich dem von Flexdorf, auf oder evtl. auch westlich der Hauptterrasse, während die Hochterrasse an den Waldwegen westlich oberhalb des Lößaufschlusses in Form von groben Sanden mit Quarzgeröll zutage tritt.

Noch weiter südlich fanden sich Lößvorkommen erst wieder in der Gegend von

Ellingen und Weißenburg. Sie bedecken auf der sanft geböschten linken Rednitzflanke die Lettenlagen des Lias und vielleicht stellenweise auch des Opalinustones.

Zunächst findet sich Lößlehm (Analyse 8 der Tabelle) am Weg vom Bahnhof Ellingen nach Massenbach (vgl. Positionsblatt Weißenburg 1:25 000) in kleinen Schürfen und alten Lehmgruben. In einer dieser Gruben konnte folgendes

Profil aufgenommen werden:

1. Hangendes: braungelber, blättriger, krümeliger Lößlehm mit kleinen Toneisengeröllen . . . . . 1¼ m
2. heller, weißlich-gelber Lehm mit braunen Flecken auf den Klüften . . . ½ m
3. Liegendes: wie das Hangende (erbohrt).

Weiterhin war Lößlehm (Analyse 9) aufgeschlossen in einem kleinen Schurf unmittelbar nördlich von

Schmalwiesen, der ebenso wie der Löß von Ellingen bezüglich seiner Korngrößenzusammensetzung gut mit dem oberen Lößlehm der Weißenburger Lehmgrube übereinstimmt (vgl. Analyse 7 der Tabelle). Letzterer findet sich in der großen Lehmgrube westlich der

Lehnwiesenmühle bei Weißenburg, wo sich folgendes

Profil aufnehmen ließ:

1. Hangendes: brauner, graufleckiger Lößlehm (Analyse 7) . . . . 2,50—3,00 m
2. grauer Letten mit splittrigen Mergelknollen . . . . . 0,25 m
3. braungelber Lößlehm (Analyse 6) . . . . . 2,00—3,00 m
4. lehmiger Sand . . . . . 2,00—0,50 m
5. Liegendes: dunkel-blaugrauer Ton.

Die Liegendgrenze der Schicht 4 bildet eine nach Westen ansteigende Böschung, so daß Schicht 5 wohl das Eluvialprodukt des anstehenden Juralettens darstellt.

Auf der mäßig steilen Böschung des anstehenden (Opalinus-?) Tones ist also zunächst lehmiger Schwemmsand abgelagert; derselbe geht nach oben in stark sandigen Lößlehm über. Bei der Bildung des letzteren muß nach dem Befund der Schlämmanalyse (A 6 der Tabelle) die Einschwemmung von Sand noch eine ziemliche Rolle gespielt haben.

Ein weiteres kleines Vorkommen von Lößlehm in der Umgebung von Weißenburg gibt Dorn (8, 108) an. Danach erweist sich die von Gümbel als Lehm kartierte Bedeckung des Rückens südlich von Weiboldshausen als Lößlehm, der von Schotter unterlagert wird. Dies ist das einzige bisher bekannte Vorkommen von Lößlehm auf der rechten Seite des Rednitztales.

Die Lößvorkommen im Bibertgrund.

Ammerndorf (vgl. **16**, 41 ff.). In dem Tälchen, das von Ammerndorf gegen Cadolzburg nach Norden zieht, ist der flache westliche Hang mit Löß bedeckt. Großenteils weiche, ziemlich stark kalkhaltige, sehr feinkörnige mergelige Sandsteine von messinggelber bis rotbrauner Färbung bilden das Liegende. Die oft noch ziemlich kalkhaltigen Eluvialprodukte dieser Mergelsande sowie die starke Vermischung des Löß mit Sand aus den hangaufwärts anstehenden Blasensandsteinschichten machen eine einigermaßen genaue Abgrenzung der Lößdecke unmöglich. Nur an wenigen Stellen zeugt kalkhaltiger, hellgelber Boden mit Lößkindeln vom Vorhandensein einer Lößdecke, die jedoch an einer Stelle unmittelbar an der Straße gut aufgeschlossen ist und dort folgendes

Profil zeigt:

Hangendes: gelbbrauner, weicher, kalkfreier Lößlehm . . . . . 0,5 m

Liegendes: hellgelber, fester, typischer Löß mit Lößkindeln und Konchylien:

Helix hipida L., ziemlich häufig
Succinea oblonga Drap., wenig häufig
Pupa muscorum L., vereinzelt . . . . . 0,8 m

Weinzierlein (vgl. **87**, 61 u. **16**, 41 ff.). Der Ostabhang des sog. Weinbergs nördlich von Weinzierlein trägt eine Lößdecke, die in dem Hohlweg von Weinzierlein nach Pleichershof aufgeschlossen ist und dort folgendes

Profil I zeigt:

1. Hangendes: nicht aufgeschlossen . . . . . etwa 2,0 m
2. echter Löß mit Lößkindeln und Konchylien: (Succ. obl. Drap. und Pupa musc. L.; im unteren Teil sowie neben Schicht 4 die Wasserschnecke Limnea truncatula L.) . . . . . 1,5 m
3. Kalkanreicherung an der Basis des Löß mit Succ. obl. Drap. und Pupa musc. L. sowie Limnea trunc. L. . . . . 0,05 m
4. grober lehmiger Sand mit Geröllen und rundlichen, z. T. mulmigen erbsen- bis nußgroßen Mangankonkretionen; im hangenden Teil eckige, flachliegende Sandsteinbrocken . . . . . 0,3 m
5. mit Löß vermengter Sand; aufgeschlossen . . . . . 0,3 m
6. Liegendes: Löß mit Konchylien; nicht mehr aufgeschlossen.

Das Profil II (ca. 3 m NW-lich von I) zeigt gegen Profil I nur insofern eine Abweichung, als hier die Kalkanreicherungszone (Schicht 3) auf etwa 30 cm anschwillt. Der Kalk, der dort in horizontalen Bändern ausgeschieden ist, ruft den Eindruck einer Schichtung hervor. Hier kann man auch deutlich erkennen, daß die Schichten 4 und 5 nicht etwa einen Horizont bilden, sondern eine lokale Einlagerung in den Löß dar-

stellen. An der Stelle II ist nämlich vor der Sandschicht 4 (also in gleicher Höhe mit ihr) Löß aufgeschlossen, der gegen die Sandschicht deutlich abgegrenzt ist und ebenfalls die Wasserschnecke Limnea truncatula L. führt. Wir haben also in Schicht 4/5 ein „fossiles" Bachbett vor uns, wie schon Heller, der diese Lokalität zuerst genauer untersuchte (**31**), annahm. Diese Erklärungsweise wird vor allem gestützt durch das Auftreten der Wasserschnecke Limnea truncatula L., die auch anderwärts in der Umgebung von Bachbetten innerhalb des Löß nachgewiesen wurde (**20**, 26 ff.).

Die ganze Lößablagerung ist mit sandigen Eluvialprodukten überdeckt, die gegen das Biberttal an Mächtigkeit zunehmen. Ungefähr 200 m südöstlich von unseren Profilen sind über anstehenden Keuperletten diese Schwemmsande aufgeschlossen. Sie zeigen deutlich Gehängeschichtung und enthalten verschwemmte Lößpartien mit

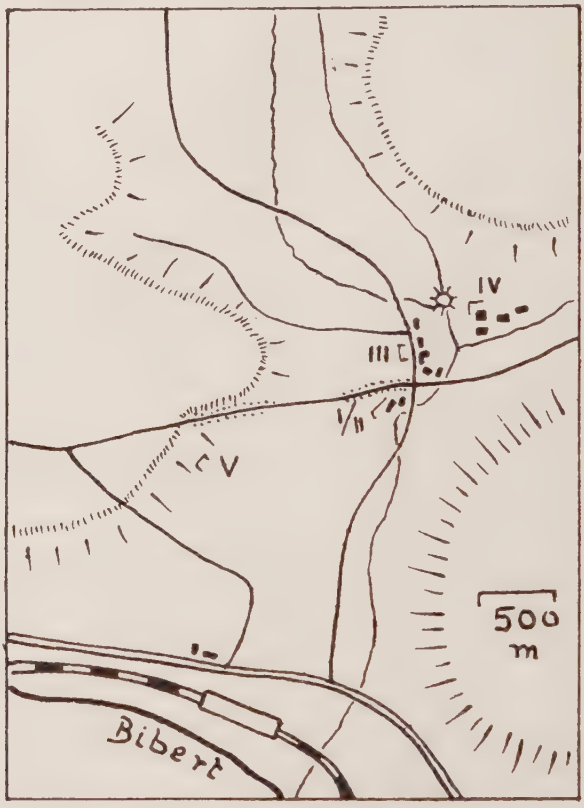


Abb. 1. Herpersdorf: Lageplan.

Konchylien eingeschlossen. Die Äcker auf dem Weinberge haben meist sandige Lehmböden mit kleinen Geröllen, aber nur stellenweise mit Lößkindeln.

Herpersdorf (vgl. **25**, 31). Der Löß bedeckt hier den Westhang des von der Haltestelle Herpersdorf zu der gleichnamigen Ortschaft führenden Tälchens, das sich ca. 500 m oberhalb seiner Einmündung in das Biberttal in einen nordnordwestlichen Haupt- und einen ostnordöstlichen Seitenzweig gabelt. Nordwestlich vom Dorfe Herpersdorf verliert sich die Lößdecke allmählich. Der Riedel zwischen den beiden Talzweigen ist ebenfalls von Löß bedeckt.

Nach der Gümbelschen Karte (Geologische Karte von Bayern 1:100 000; Blatt Ansbach) liegt der Löß am untersten Teil der Hänge auf oberem Schilfsandstein,

Fig. 2. Harpersfort. Profil I.

Fig. 3. Harpersfort. Profil II. Detail.

Tafel 2.

Fig. 4. Ziegeleigrube Spardorf: Detail an der Nordwand.

Fig. 5. Am Waldrand nordwestlich Spardorf.

darüber auf den Letten der Lehrbergstufe. Letztere Schichten treten oberhalb der Lößdecke noch in einem schmalen Streifen zutage; über ihnen steigt der Blasensandstein ziemlich steil an.

Das Vorkommen ist reich an guten Aufschlüssen (siehe Kartenskizze Abb. 1). Profil I/II befindet sich hinter dem Anwesen Nr. 9 (vgl. Fig. 2 u. 3). Hier ist ein ca. 20 m langer Aufschluß vorhanden, der folgende Profile ergibt:

Profil I:

1. Hangendes: Ackerkrume und rotbraune Verwitterungszone des oberen Löß 0,4 m
2. typischer hellgelber Löß mit Lößkindeln und Konchylien (Pupa muscorum L., sehr häufig; Succinea oblonga Drap., häufig) (A 30 der Tabelle) . . . 0,25 m
3. rotbrauner, stark sandiger Lößlehm mit verstreuten kleinen mergeligen Konkretionen (A 32) . . . . . 0,7 m
4. Liegendes: schwach sandiger, hellgelber, kalkhaltiger Löß mit eingerollten, flachaufliegenden Sandsteinbrocken bis zu ⅓ m Durchmesser; Lößpuppen, jedoch keine Konchylien. Nahe der Obergrenze dieser Stufe ist ein 2—5 cm mächtiges, grobsandiges Band (4a) eingeschaltet, das sich nach links einige Meter durch den Aufschluß verfolgen läßt (A 31) . . . . . 1,0 m

Die photographische Aufnahme (Fig. 2) läßt die Gliederung des Profils in zwei hellgelbe Löße, welche durch eine rotbraune Lößlehmschicht getrennt sind, aufs deutlichste erkennen. Ungefähr 5 m links von Profil I erfährt die obige Schichtenfolge lokal in einer Breite von einigen Metern erhebliche Abänderungen, welche offenbar durch die Tätigkeit fließenden Wassers bedingt sind.

Profil II:

1. Löß mit Verwitterungszone und Ackerkrume = 1 und 2 von Profil I . 0,6 m
2. rotbrauner Lößlehm wie 3 von Profil I . . . . . 0,4 m
3. ca. ½—1 cm mächtige Lagen von mittel- bis grobkörnigem Sand in Wechsellagerung mit entkalktem Löß (vgl. Fig. 3); Sandband 3a bildet die Fortsetzung von 4a des Profils I . . . . . 0,5 m
4. mittelkörniger, gebänderter Sand . . . . . 0,55 m
5. Löß wie 4 von Profil I . . . . . 0,35 m

Der untere Löß ist sandiger als der obere. Die von ihm umschlossenen Blasensandsteinbrocken sind an den Ecken nicht abgerundet. Sie sind wohl während der Lößablagerung den Hang herabgestürzt und wurden hier eingebettet.

Der Lößlehm I, 3 dürfte nicht ausschließlich an Ort und Stelle durch Verlehmung der oberen Zone des Löß I, 4 entstanden sein, da er alle Kennzeichen einer starken Verschwemmung und Umlagerung trägt. Er ist nämlich in so starkem Maße mit mittelbis grobkörnigem Sand vermengt, daß man ihn vielleicht richtiger als lehmigen Sand bezeichnete (vgl. Analyse 32 der Tabelle). Daneben findet man noch einzelne an den Ecken abgerundete, faustgroße Brocken eines ziemlich entkalkten, typischen Löß, der zuweilen Lößkindel einschließt, in den sandigen Lehm eingebettet. Typische Gerölle wurden indessen nicht wahrgenommen.

Die sandigen Schichten 3 und 4 von Profil II keilen nach rechts hin aus und sind in Profil I nicht mehr wahrzunehmen. Das grobsandige Bändchen 4a bzw. 3a dagegen ist durch den ganzen rechten Teil des Aufschlusses deutlich verfolgbar. Die Schichten 3 und 4 des Profils II verdanken ihre Entstehung wahrscheinlich einem kleinen Wasserlauf, der — wenigstens während der Bildung der Schicht II, 3 — anscheinend nur periodisch floß. Für diese Annahme spricht die in Profil II, 3 beobachtete Wechsellagerung von Sand und Löß. Ungefähr an der Grenze von II, 3 und II, 4 tritt lokal eine kleine Stauchungserscheinung auf, die in der Detailphotographie (vgl. Fig. 3) wiedergegeben ist. Für die Erklärung ihrer Entstehung bietet der Aufschluß keinerlei Anhaltspunkte.

Von besonderem Interesse sind die Kalkausscheidungen des Aufschlusses. Der obere Löß enthält zahlreiche typische, indessen meist plattig geformte, flach liegende Lößkindel, die an der Untergrenze der Schicht gleichsam einen Horizont bilden. Im Lößlehm I, 3 sind dagegen nur wenige typische Lößkindel verstreut. Der Kalkgehalt dieser Schicht dürfte in den Konkretionen des Sandbändchens 4a zu suchen sein. Diese besitzen teilweise die Form echter Lößkindel, häufig jedoch hat der ausgeschiedene Kalk lokal die groben Sandkörner zu einer Art mergeliger Sandsteinbrocken verfestigt, welche allmählich in kalkfreien Sand übergehen. Die Verlehmungsgrenze reicht hier nicht ganz bis zum Sandband 4a, doch ist der Löß oberhalb desselben kalkärmer als unterhalb. Im unteren Löß sind die Lößkindel weniger zahlreich und von weniger typischer Form als im oberen.

Im Profil III am Kellereingang zu Haus Nr. 13 sind auch die liegenden Keuperschichten angeschnitten.

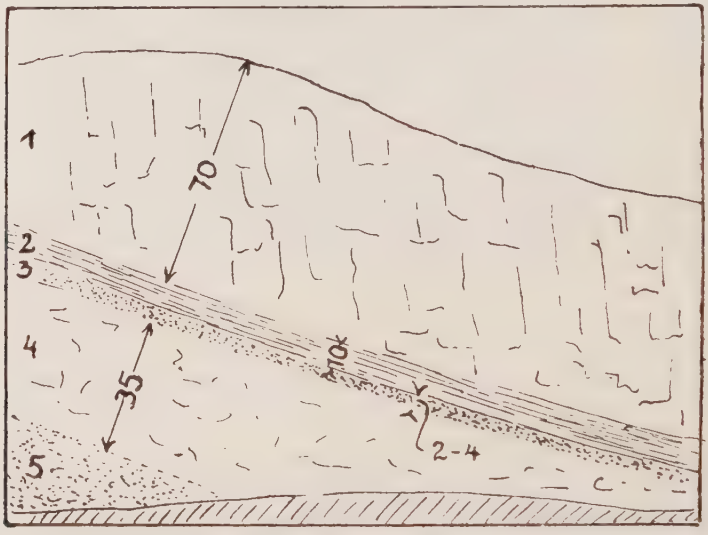


Abb. 6. Herpersdorf: Profil V.

Profil III:

1. Hangendes: Ackerkrume und Verwitterungszone: mit Lößlehm vermengter Sand, Kieselgerölle bis zu Nußgröße und wenig gerollte Sandsteinbrocken bis zu Faustgröße einschließend; an der Basis deutliche Anreicherung der Gerölle 0,70 m
2. Lößlehm, nach dem Hangenden zu sandig werdend; dunkler als der liegende Löß; an der Basis eine Lage kleiner, kindelartiger Mergelkonkretionen . 0,20 m
3. typischer, kalkhaltiger Löß; an der Basis eine Lage eckiger Sandsteinbrocken und splitteriger Mergelkonkretionen . . . . . 0,22 m
4. deutlich gebänderter, rotbrauner Lehm, mit mittelkörnigem Sand verschieden stark vermengt . . . . . 0,38 m
5. feinkörniger, blaßroter, weicher, lehmiger Sandstein mit zwei grünen Lettenbändchen . . . . . 0,30 m
6. Liegendes: fetter, zäher, rotbrauner Keuperletten . . . . . 0,60 m

Die liegenden Keuperschichten sind wahrscheinlich noch der Lehrbergstufe zuzurechnen. Die geringe Mächtigkeit der Lößdecke läßt deutlich erkennen, daß sich dieselbe nach NNW allmählich verliert.

Hinter dem Saalbau der Gastwirtschaft Redlingshöfer ist die Lößdecke des Riedels mit folgendem Profil angeschnitten:

Profil IV:

1. Hangendes: Lößlehm mit kleinen Geröllen . . . . . 0,4 m
2. Lößlehm; geröllfrei . . . . . 0,4 m
3. Liegendes: typischer Löß mit Lößpuppen und Konchylien (Succ. obl. Drap. und Pupa musc. L.) . . . . . 0,6 m

Ein weiterer Aufschluß befindet sich südlich von Herpersdorf am Hang wenige Meter unterhalb des Waldsaumes, nahe der Obergrenze der Lößdecke (vgl. Abb. 6).

Profil V:

Hangendes: nicht aufgeschlossen.

1. stark senkrecht klüftender, typischer Löß (Analyse 33) mit echten Lößpuppen und Konchylien (Pupa musc. L.) . . . . . 0,70 m
2. 1—3 cm dicke Schmitzen eines kalkreichen, z. T. sandigen Löß in Wechsellagerung mit rotbraunem, lehmigem Sand . . . . . 0,10 m
3. dunkelrotbraunes, lehmiges, sehr deutlich ausgeprägtes Sandband von grobem Korn, das eine genarbte Oberfläche mit ca. 25° Neigung gegen NNO hat . . . . . 0,02—0,04 m
4. teilweise bis ganz entkalkter Löß mit geringer Verlehmungsrinde; ohne Konkretionen und Konchylien; nach unten mehr und mehr sandig werdend und schließlich in
5. das Liegende, einen lehmigen Sand mit Sandsteinbrocken, übergehend . 0,35 m

Profil V liegt am gleichen Hang, an dessen Fuß Profil I/II aufgeschlossen ist. Das Einfallen der Schichten erfolgt gegen NNO, also gegen Profil I/II zu. Das deutliche Sandband V, 3 an der Obergrenze des schwachsandigen Löß V, 4 ist offenbar ein Äquivalent von I, 4a im oberen Teil von I, 4. Der Löß V, 1 stimmt petrographisch mit dem oberen Löß I, 2 ziemlich gut überein (vgl. Analyse 30 und 33).

Alle diese Tatsachen, im besonderen aber die starke Entkalkung von V, 4 gegenüber V, 1 sprechen dafür, daß wir es auch im Profil V mit zwei verschieden alten Lößen zu tun haben. Doch dürfte im Profil V die Verlehmungsrinde des unteren Löß bis auf geringe Reste (V, 2) abgetragen worden sein, bevor der obere Löß (V, 1 = I, 2) abgelagert wurde.

Kleinere Lößvorkommen im Bibertgrunde.

Unmittelbar an der **Stammersmühle** nördlich von Großhabersdorf findet sich Löß (vermutlich verschwemmt) auf einem ganz kleinen Gebiet wenige Meter über der Talsohle. Derselbe ist oberflächlich mehr oder minder tief verlehmt.

In **Dietenhofen** konnte stark entkalkter Löß nur in den Gärten unterhalb der Kirche nachgewiesen werden, während es nicht gelang, das von Gümbel (25, 31) erwähnte Vorkommen von **Leonrod** wieder aufzufinden.

Die Lößvorkommen auf der südlichen Talseite des Zenngrundes.

Daubersbach[5]). Die Lößdecke zieht sich hier von dem Dorfe Daubersbach, dessen Häuser größtenteils auf dem Löß erbaut sind, 200—300 m westwärts die flachen Hänge hinan; sie fehlt aber auf dem steilen nordwärts gerichteten Hang südlich des Ortes. Das Liegende des Löß bildet wahrscheinlich Schilfsandstein. Ihm dürfte wohl der weiße,

[5]) Die Kenntnis dieses Vorkommens verdanke ich einer persönlichen Mitteilung von Herrn Fickenscher.

weiche, mittelkörnige Sandstein von mergeliger Beschaffenheit und blätteriger Struktur zuzurechnen sein, welcher an der Ostseite des Dorfes aufgeschlossen ist.

Auf der östlichen Seite des durch die Ortschaft führenden Hohlweges zeigt ein kleiner Aufschluß folgendes

Profil:

1. Hangendes: nicht aufgeschlossen . . . . . ca. 1 m
2. fester, hellgelber Löß mit typischen, regellos verteilten Lößkindeln (Analyse 37 der Tabelle) . . . . . 0,75—0,95 m
3. Liegendes: rotbrauner, gelbgefleckter, lockerer Sandlöß, ohne typische Kindel, jedoch mit knöllchenartigen Kalkanreicherungen (A 38) . . 0,95—0,75 m

Mit dem Handbohrer gelang es, noch 50 cm in das Liegende einzudringen. Dieses erwies sich von gleicher Beschaffenheit wie Schicht 3. Die Grenze zwischen den Schichten 2 und 3 zeigt einen unregelmäßigen Verlauf. Unmittelbar hinter dem Aufschluß ist kalkfreier Lößlehm bis zu 60 cm Tiefe erbohrbar. Konchylien wurden nirgends beobachtet.

Straußmühle bei Neuhof a. d. Zenn. Im Tal des Leitenbaches, nördlich von Neuhof, bedeckt Löß den westlichen Hang von der Straußmühle an gegen Norden. In einer alten Ziegeleigrube findet sich stark verlehmter Löß mit einem Kalkgehalt von 3 % und zahlreichen typischen Lößkindeln (Analyse 39).

Die Lößvorkommen auf der nördlichen Talseite des Zenngrundes.

Der südwestliche Hang des Selingsbachtales **(Neuselingsbach—Röschmühle)** ist von dessen Einmündung an bis zur Röschmühle mit einer ziemlich einheitlichen Lößdecke überzogen, welche etwa bis zur halben Höhe des Hanges hinaufreicht. Diese Talseite ist durch verschiedene Seitentälchen in fünf Riedel gegliedert. Letztere sind vor allem an ihrer flachen nordöstlichen, östlichen und südöstlichen Abdachung von Löß bedeckt, während die Nordwestseite frei von Löß ist und steil zur Sohle des Seitentälchens abfällt. Auf der Nordwestseite der Riedel zeigt der Boden sandige Beschaffenheit. In ½ m Tiefe trifft der Bohrer bereits auf festen Sandstein. Die Mächtigkeit der Verlehmungsrinde des Löß, die an der Talsohle ca. 1 m beträgt, nimmt hangaufwärts ab.

Auch der Hang östlich der Höhe 390 des Blattes Windsheim—Ost des Topographischen Atlas 1: 50 000 im Winkel zwischen den Straßen Neuhof—Neuselingsbach und Neuhof—Trautskirchen ist mit stark verlehmtem Löß bedeckt. Aufschlüsse sind in beiden Vorkommen leider nirgends vorhanden.

Ein weiteres Vorkommen liegt **westlich von Dietrichshof** auf dem Riedel, der den östlichen Ausläufer des nordwestlich gegen Neuziegenrück ziehenden Rückens bildet. Hier trifft man kalkhaltigen Löß in einem 3 m tief in die Lößdecke eingeschnittenen Hohlweg an. Der Löß ist also auch hier über 3 m mächtig. Die Verlehmungsrinde läßt den Bohrstock nur bis ca. ½ m Tiefe eindringen.

Auch der **Riedel zwischen Eschenbach- und Zenntal,** westlich der Bahnstation Adelsdorf, trägt eine Decke von dunkelrotbraunem, wenig kalkhaltigem Lößlehm mit vereinzelten stark verwitterten Lößkindeln.

Löß bedeckt fernerhin die Abdachung an der kleinen Ausbuchtung des Zenntales unmittelbar **östlich des Bahnhofes Adelsdorf.** Dort findet man sehr zahlreich Lößkindel in dem aus Lößlehm bestehenden Ackerboden.

Zwei weitere Vorkommen befinden sich im Tal des **Ulsenbaches** nordwestlich von Wilhermsdorf. Das eine liegt auf einem Riedel, der von dem Ulsenbachtal und einem kleinen, von Westen kommenden Seitentälchen gebildet wird. Das andere liegt auf dem westlichen Ende des Riedels zwischen Ulsenbachtal und Zürngraben in der Ortschaft **Unterulsenbach** selbst. In beiden Fällen bilden die Letten der Lehrbergstufe das Liegende. Am westlichen Dorfausgang von Unterulsenbach hinter einer Scheune ist der Löß aufgeschlossen und zeigt dort das folgende

Profil:

1. Hangendes: Ackerkrume und teilweise umgelagerte, durch Einschwemmung verunreinigte Eluvialprodukte des Lößlehms; mit kleinen Geröllen . . . 0,40 m
2. dunkelbrauner Lößlehm . . . . . 0,40 m
3. mehrere 3—5 cm starke Sandbändchen . . . . . 0,05 m
4. mehr oder minder stark entkalkter, schon ziemlich verlehmter Löß ohne Lößpuppen und Konchylien . . . . . 0,40 m
5. Liegendes: diagonalgeschichteter Verwitterungslehm (Keuper –Eluvium?) nach links in rotbraunen (Löß-?) Lehm übergehend.

Weiter zennabwärts findet sich das nächste Lößvorkommen in der **Ziegelei am Bahnhof Wilhermsdorf.** Hier ist in der Südostecke der Grube typischer Gehängelöß aufgeschlossen. Das Profil, welches geradezu als Schulbeispiel für Gehängebildungen mit verrutschtem Eluviallehm, Warpbildungen[6]) und Gehängelöß gelten kann, zeigt nachstehende **Schichtenfolge:**

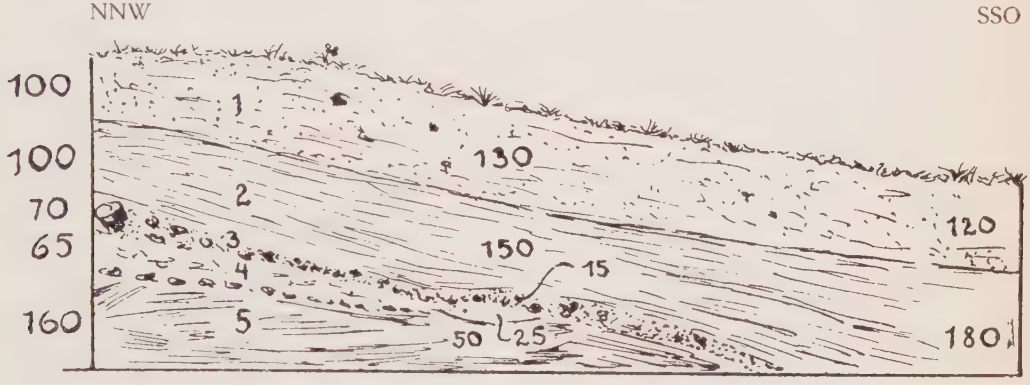


Abb. 7. Wilhermsdorf.

1. Hangendes: entkalkter, mit Sand vermischter Lößlehm, mit abgerollten Lößkindeln und unregelmäßig verstreuten Geröllen, welche im linken Teil des Aufschlusses klein (bis faustgroß) bleiben, nach rechts jedoch mehr und mehr an Größe zunehmen, im oberen Teil Verwitterungsrinde und Ackerkrume bildend;
2. deutlich gebänderter, hellrotbrauner, mehr oder minder entkalkter Gehängelöß, welchen im unteren Teil 3 deutliche Bänder von lockerem, ziemlich grobem Sand durchziehen. Ohne Gerölle, Lößkindel oder Konchylien.
3. Blocklage mit lehmig-sandigem Zwischenmittel, bestehend aus vorwiegend flach aufliegenden, grobkörnigen, kantigen Sandsteinen (darunter ein Block mit ca. ½ m Durchmesser), Steinmergelbröckchen, Keuperchalcedonen und Kieselsteinen bis zu Eigröße. Die Schicht keilt nach links oben aus;
4. schwach sandiger, gebänderter, stark entkalkter, dunkelrotbrauner Lehm mit vereinzelten Schalenresten von Pupa muscorum L. und Succinea oblonga Drap. Der Lehm schließt ein deutliches Keuperlettenbändchen ein. An seiner Basis befindet sich eine vorwiegend aus Sandsteinen bestehende Geröllage, die sich nach rechts hin verliert;
5. Liegendes: stark verquetschter, rotbrauner, grün gebänderter Letten der Lehrbergstufe.

NB. Die Mächtigkeitsverhältnisse sind der Abb. 7 zu entnehmen.

[6]) Als „Warp" oder „Pseudomoräne" bezeichnet Keßler (46, 9 f.) moränenartige Schotterlehmbildungen, die durch periglaciale Schuttströme entstanden sind.

Die Block- und Schotterlagen möchte ich als Warpbildungen im Sinne Keßlers bezeichnen. Die Lehmlage 4, welche durch Denudation und eine Art von „Exaration" durch den Warp wohl bis auf geringe Reste abgetragen wurde, möchte ich als einen verlehmten (älteren) Gehängelöß ansprechen. Diese Annahme wird gestützt sowohl durch das Vorkommen von allerdings nur vereinzelten Lößkonchylien und durch die Lagerungsweise, als auch durch den Befund der Schlämmanalyse (vgl. Analyse 40 der Tabelle). Der verhältnismäßig geringe Gehalt an Teilchen unter 0,01 mm Durchmesser ist evtl. primär, evtl. aber auch darauf zurückzuführen, daß diese Teilchen bei der Umlagerung größtenteils ausgeschlämmt wurden. Ähnliches haben auch Koehne und Niklas (**50**, 54) beobachtet. Der Kalkgehalt dieses Lößlehms ist sehr gering: eine untersuchte Probe hatte 0,3 %. Wenn man den Kalk nicht in Form von konkretionären Bildungen an der Basis oder im Liegenden des Lehms wiederfindet, so spricht dies durchaus nicht gegen die Lößnatur des letzteren. Es ist leicht einzusehen, ja sogar zu erwarten, daß der Kalk bei der Umlagerung gemeinsam mit den abschlämmbaren Teilchen (unter 0,01 mm Durchmesser) fortgeführt wurde.

Heinersdorf. Beim Halteplatz Heinersdorf der Lokalbahn Siegelsdorf-Markt Erlbach befindet sich ein weiteres Lößvorkommen in einer nördlichen Ausbuchtung des Zenn-

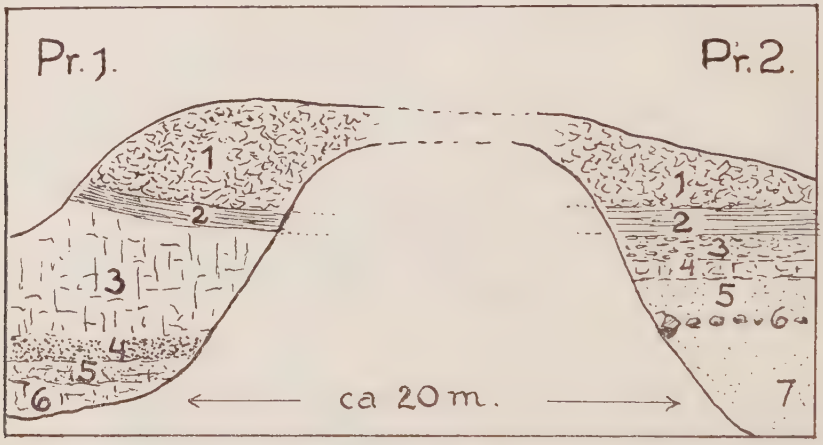


Abb. 8. Heinersdorf.

tales. Der Löß ist unmittelbar an der Bahn auf eine größere Strecke hin ca. 1 m mächtig entblößt und enthält hier zahlreiche Exemplare von Pupa muscorum L. und vor allem von Succinea oblonga Drap. Das Liegende ist nicht zu beobachten. Etwa 200 m nordwestlich von dieser Stelle ist der Löß in einer alten, im Walde gelegenen Lehmgrube ebenfalls aufgeschlossen. Folgende beide Profile ließen sich dort aufnehmen (vgl. Abb. 8):

Profil I:

1. Hangendes: brauner, krümeliger, geröllfreier Lehm . . . . . 0,90 m
2. schwärzlich brauner, geröllfreier, humoser Lehm . . . . . 0,35 m
3. verschieden stark entkalkter, typischer Löß mit Lößkindeln und Konchylien (Succ. obl. Drap. und Pupa musc. L.; A 34) . . . . . 1,70 m
4. Schotterlehm mit kleinen Geröllen . . . . . 0,20 m
5. schwach sandiger, kalkfreier Lößlehm . . . . . 0,45 m
6. kalkhaltiger, schwach sandiger Löß (A 35) . . . . . 0,40 m
7. Liegendes: nicht aufgeschlossen.

Profil II:

1. wie bei Profil I . . . . . 0,70 m
2. „ „ „ I . . . . . 0,30 m
3. Schotterlehm mit flach aufliegenden Sandsteinen . . . . . 0,20 m
4. gelbbrauner, kalkfreier Lehm von lößähnlichem Habitus; mit wenig Geröllen 0,20 m
5. dunkelbrauner Schotterlehm mit viel kleinem Schotter von ½ cm bis ½ dm Durchmesser; bestehend aus ziemlich kantigen Keupersandsteinen, schiefrigen, grünen Tongallen, Mergelbröckchen und Kieseln. Der Lehm ist mit mittel- bis grobkörnigem Sand vermengt . . . . . 0,50 m
6. deutliche Zone größerer, flach aufliegender, platter, eckiger Stücke von Sandstein und Mergel; häufig in dachziegelförmiger Anordnung;
7. wie Nr. 5 . . . . . 1,30 m

Eine Deutung dieser Profile kann noch nicht gegeben werden, weil der Zusammenhang der Schotterlehme mit den diluvialen Terrassenablagerungen des Zenngrundes, sowie auch letztere Bildungen selbst noch nicht genau bekannt sind.

Abb. 9. Langenzenn.

Zwei kleine Lößvorkommen befinden sich **östlich von Laubendorf sowie im Orte Laubendorf selbst,** wo der Löß in einem kleinen Schurf unterhalb der Kirche angeschnitten ist. Außerdem verrät hier der Lößlehmboden der Äcker mit vereinzelten Lößkindeln die Anwesenheit von Lößbildungen.

Das östlichste der im Zenngrund beobachteten Lößvorkommnisse findet sich in der **Ziegelei** am Südhang des Ziegenberges **nördlich von Langenzenn.** Dort zeigt die östliche Grubenwand folgendes

Profil:

1. Hangendes: Ackerkrume;
2. diluvialer Eluviallehm mit großen Sandsteinbrocken;
3. Lößlehm;
4. Liegendes: Lehrbergtone.

NB. Die Mächtigkeitsverhältnisse sind der Abb. 9 zu entnehmen.

Den liegenden Lehrbergton überdeckt — an eine alte Böschung angelagert — 3 m mächtig der Lößlehm. Während seiner Bildung — an der, nach der Schlämmanalyse (A 27) zu schließen, Einschwemmung stark beteiligt war, ähnlich wie bei dem unteren Lößlehm von Weißenburg — wanderte Gehängelehm mit Sandsteinbrocken den Hang herab und verzahnte sich hangabwärts mit dem angewehten Lößmaterial.

Die Lößvorkommen am Rathsberger Höhenzug und im Schwabachtale.

Im unteren Schwabachtal wurden Lößbildungen nur auf den Westhängen der von Norden kommenden Seitentäler festgestellt. Die besten Aufschlüsse lieferte die Umgebung von Spardorf. Im oberen Schwabachtal, oberhalb des Schwabachknies bei Eschenau, bedeckt der Lößlehm beide Talseiten des Schwabachtales selbst, die, wenn auch ungleich geböscht, infolge ihrer tonigen Gesteinsbeschaffenheit (Lias und Opalinuston) beide für Lößbedeckung hinreichend flach geneigt sind (s. S. 43 u.). Durch die geologische Kartierung des Gradabteilungsblattes Gräfenberg der topographischen Karte von Bayern 1 : 25 000 ist die Verbreitung der Lößbildungen im oberen Schwabachtal genau festgestellt worden. Gute Aufschlüsse lieferten auf der rechten Talseite der Hohlweg von Forth nach Affalterbach und seine östliche Abzweigung, sowie vor allem die Ziegeleigrube in Weißenohe; auf der linken Seite eine Tongrube bei Igensdorf.

Das Gelände der Ziegeleigrube Schultheiß in Spardorf.

Bereits Blanckenhorn **(6)** hat die Spardorfer Ziegeleigrube eingehend untersucht und beschrieben. Leider ist von den Profilen, die er angibt, heute nichts mehr erhalten. Dreißig Jahre reger Abbautätigkeit haben inzwischen das Gebiet derartig aufgeschlossen, daß eine weitgehende Ergänzung des Blanckenhornschen Berichtes und wohl auch eine Klarlegung der Entstehungsgeschichte des Vorkommens möglich ist. Beiliegender Lageplan (eigene Routenaufnahme; vgl. Kartenskizze Abb. 10) zeigt den Stand des Abbaues im Frühjahr 1926. Die eingeschriebenen arabischen Ziffern lassen die Höhenverhältnisse erkennen, während die römischen Zahlen die Lage der aufgenommenen Profile angeben. Das Grubenfeld ist in zwei Teile gegliedert: in einen schmalen westlichen Einschnitt (mit etwa 316 m Meereshöhe der Sohle) und in die eigentliche Lehmgrube. Dort liegt die Abbausohle in ungefähr 311 m Meereshöhe.

In dem westlichen Einschnitt ließen sich folgende Profile aufnehmen:

Profil I:

1.	Hangendes: stark sandiger, brauner Lehm	0,70 m
2.	hellgrauer Letten	0,05 m
3.	schwachverwitterter Sand	0,15 m
4.	heller Letten	0,10 m
5.	Sand wie 3	0,15 m
6.	hellgrauer Letten mit violetten Bändchen	0,20 m
7.	Sand mit zahlreichen Sandsteinbrocken bis zu Faustgröße	0,15 m
8.	hellgrauer Letten	0,25 m
9.	stark sandiger Schotterlehm mit zahlreichen kleinen, meist flach aufliegenden Geröllen; nach Süden auskeilend	0,50 m
10.	Liegendes: anstehender, violettroter, grüngebänderter Keuperletten; im obersten Teil mit flachliegenden, mergeligen Einschlüssen; in größerer Tiefe mit den für die Feuerletten typischen, bis kopfgroßen Mergelknollen; bis zur Sohle	7,50 m

Die Schichten 7–10 setzen sich in schwebender Lagerung nach Norden fort, wo sie in ca. 5 m Entfernung als Schicht 5—8 des folgenden Profils wiederkehren.

Profil II:

1. Hangendes: Sand in Wechsellagerung mit braunem Lehm . . . . . 0,50 m
2. Sand mit Sandsteinbrocken bis zu Faustgröße . . . . . 0,10 m
3. grauer Letten . . . . . 0,10 m

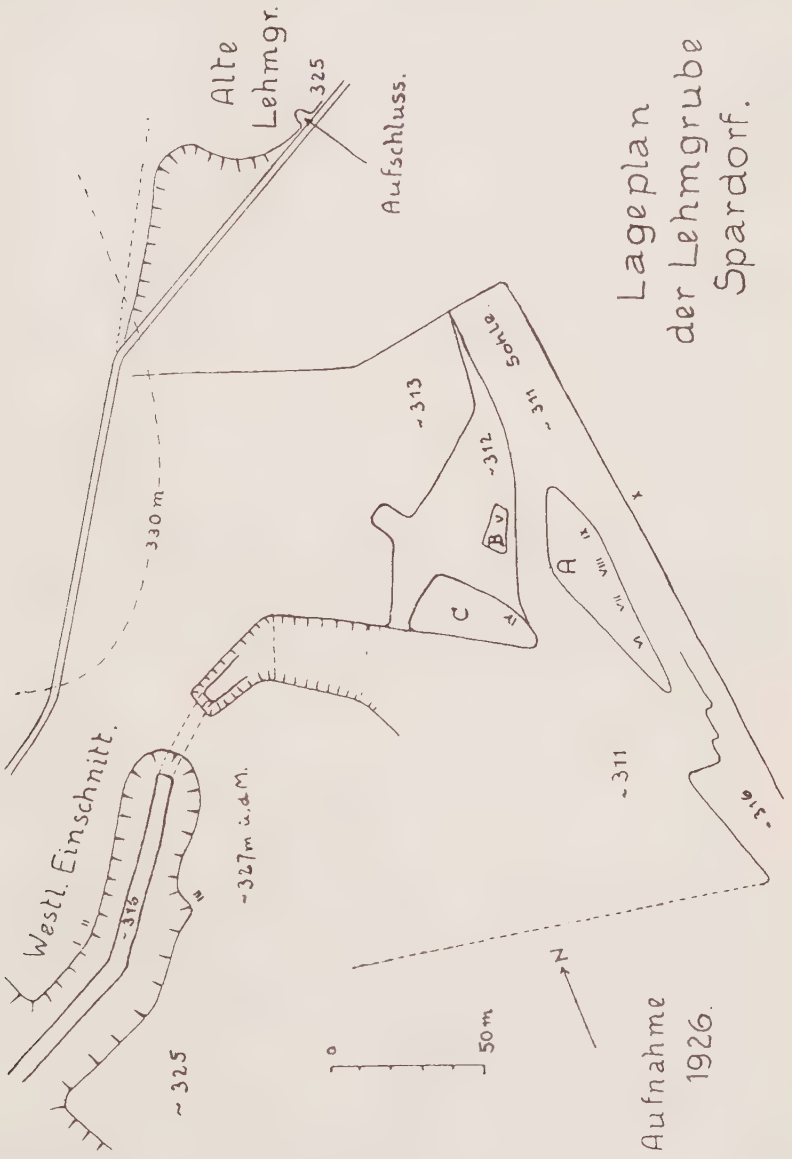


Abb. 10.

4. Sand, in dünnen Lagen wechselnd stark verfestigt, mit eingeschalteten Lettenbändchen. Nach Süden in Schicht 4/6 von Profil I übergehend 0,40 m
5. Sand mit Sandsteinbrocken wie I, 7 . . . . . 0,15 m
6. hellgrauer Letten „ I, 8 . . . . . 0,10 m
7. sandiger Schotterlehm „ I, 9 . . . . . 0,50 m
8. Liegendes: Feuerletten „ I,10 . . . . . 7,50 m

Ganz andere Verhältnisse zeigt das auf dem Osthang des Einschnittes aufgeschlossene Profil III. Blocklehme und Schotterlehme bilden hier ein wirres Durcheinander (vgl. Abb. 11). Nur mit Mühe gelingt es, unter Berücksichtigung der Lage und Häufigkeit der größeren, meist recht kantigen „Gerölle" eine Gliederung des Profils in undeutlich gegeneinander abgegrenzte Zonen durchzuführen. Das Schottermaterial setzt sich im wesentlichen zusammen aus Liaskalken, Toneisensteinen sowie „Eisenschwarten" und Sandsteinbrocken aus Dogger β, während Quarzgerölle viel weniger häufig sind. Keupersandsteine treten fast ganz zurück. Die Liaskalk- und Doggersandsteinbrocken erreichen häufig die Größe einer Handfläche, nicht selten sogar beträgt ihr Durchmesser fast ½ m. Fossilreste aus dem gesamten Lias und dem unteren Dogger sind in den Schotterlehmen nicht selten.

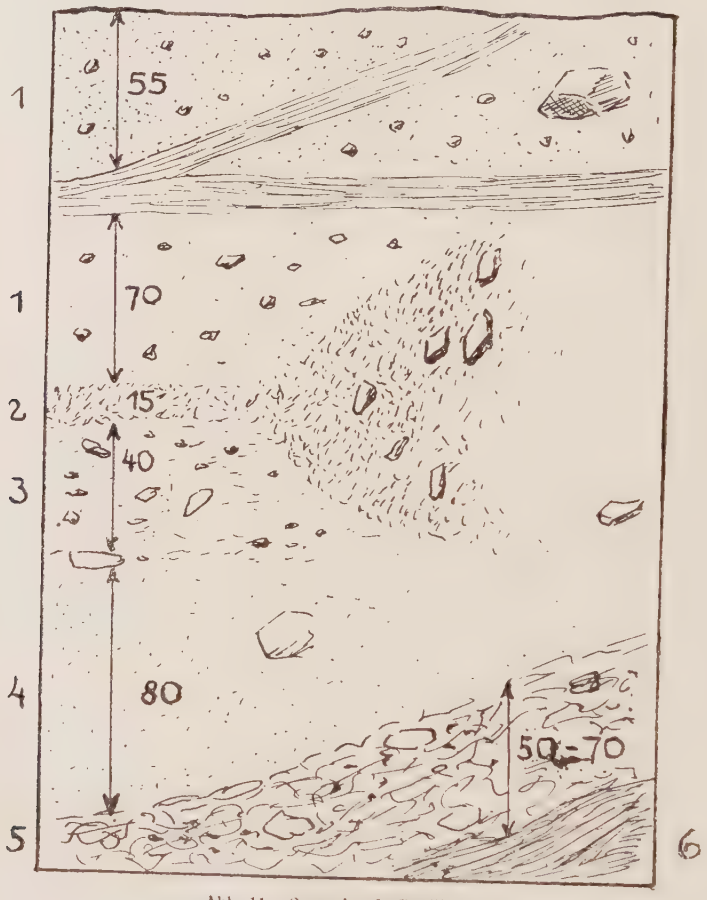


Abb. 11. Spardorf: Profil III.

Profil III:

(Die Mächtigkeitsverhältnisse sind der Abb. 11 zu entnehmen.)

1. Hangendes: brauner, z. T. sandiger Schotterlehm mit einigen deutlichen violetten Lehmbändern und vereinzelten großen Blöcken;
2. gelbbrauner Schotterlehm mit zahlreichen, häufig steil aufgerichteten Kalksteinen;
3. dunklerer Schotterlehm mit zahlreichen flachliegenden, größeren Kalksteinen;
4. Schotterlehm mit überwiegend kleinstückigem Material und vereinzelten ganz großen Doggersandsteinbrocken;

5. Lehm, vermengt mit bis zu faustgroßen, meist flachliegenden Geröllen;
6. Liegendes: stark umgearbeiteter, violetter Feuerletten, dessen Hangendgrenze hier schon mindestens 1 m tiefer liegt als im Profil I und II.

Diese ganze Ablagerung macht durchaus nicht den Eindruck einer fluviatilen Bildung, sondern ist vielmehr als „Warp" im Sinne Keßlers (s. o. S. 23), als periglaziale Schuttstrombildung aufzufassen. Auch Blanckenhorn hat hier schon ähnliche Verhältnisse beobachtet (**6,** 21) und als einer der ersten eine richtige Erklärung für derartige Bildungen gegeben (vgl. **46,** 13 f.).

Bei der Anlage des Stollens, welcher die beiden Teile der Lehmgrube verbindet, im Winter 1925/26, zeigten die frischen Aufschlüsse im Feuerletten deutlich, daß die grünen Lettenbänder wirr und regellos die violette Lettengrundmasse durchsetzen; sie waren bald gestaucht und verbogen, bald ausgewalzt und abgerissen. Die ursprünglich schwebende, ungestörte Lagerung des Feuerlettens, wie sie Blanckenhorn (**6,** 17) beschreibt, und wie man sie im oberen Teil der Profile I und II auch noch wahrnehmen kann, ist hier nirgends mehr zu erkennen.

Vom Mundloch des Stollens aus hat man nach Osten hin einen guten Überblick über die gesamte Anlage der eigentlichen Lehmgrube:

Rechts und links senkt sich das stark verrutschte Gehänge zur Abbausohle, über welche sich drei stehengebliebene Pfeiler A, B und C (vgl. Lageplan Abb. 10) erheben.

Abb. 12. Spardorf: Profil V.

Die Abbausohle selbst fällt im wesentlichen zusammen mit der Oberfläche des Schotterlehms, die nach Osten zu erst am Westrand des Pfeilers A unter eine Decke von Lößlehm untertaucht. Der Nord- und Ostrand der Grube werden durch eine etwa 3 m hohe Lehmwand gebildet.

In der Lehmgrube nun ließen sich folgende wichtige Profile aufnehmen:

Profil IV (am Pfeiler C):

Hangendes: dunkelvioletter, fetter Feuerletten mit etwas hellerem Letten wechsellagernd. Wenige Meter weiter nordwestlich schließen die Letten Mergelknollen und einzelne Doggersandsteinbrocken (!) ein 0,65 m

Liegendes: magerer, gelbbrauner, kalkfreier, nach unten graugefleckter Lehm, mit dunklen, erbsengroßen Erzkonkretionen in zwei deutlichen Lagen . . . . . 1,50 m

Hier ist offenbar Knollenmergel auf diluvialen Lehm aufgepreßt worden.

Profil V (am Pfeiler B; s. Abb. 12)

zeigt uns eine starke Ineinanderpressung und Verzahnung von violettem Knollenmergel und Schotterlehm aus vorwiegend kleinem Toneisenstein- und Doggersandsteinmaterial.

Am Ostrand des Pfeilers A ließen sich von Süd nach Nord die Profile VI—IX beobachten:

Profile VI/VII/VIII: (bezügl. der Mächtigkeiten vgl. Abb. 13):

1. Hangendes: hellgelber, ziemlich magerer Lehm;
2. sandiger Lehm, nach unten in Sand übergehend; mit kleinen, im wesentlichen aus Keupersandstein bestehenden Geröllen.
3. Liegendes: fetter, plastischer, rotbrauner Lößlehm.

Daran nördlich anschließend

Profil IX (vgl. Abb. 13):

1. Hangendes: rotbrauner, kalkfreier Lößlehm . . . . . 0,7 m
2. hellerer, kalkfreier Lößlehm; an dessen Basis eine Zone von wenig gut ausgebildeten, kleinen Lößkindeln . . . . . 0,6 m
3. Liegendes: Lehm und kalkhaltiger Löß in dünnen Bändern wechsellagernd; dazwischen Quarzkörner bis zu 3 mm Durchmesser einzeln eingestreut oder in dünnen Schmitzen eingelagert . . . . . 1,0 m

An der gegenüberliegenden Ostwand finden sich folgende Lagerungsverhältnisse:

Profil X:

1. Hangendes: Sand und Lehm in wechselnden, wenig scharf trennbaren, dünnen Lagen . . . . . ca. 1,5 m
2. brauner, kalkfreier Lößlehm . . . . . ca. 2,0 m

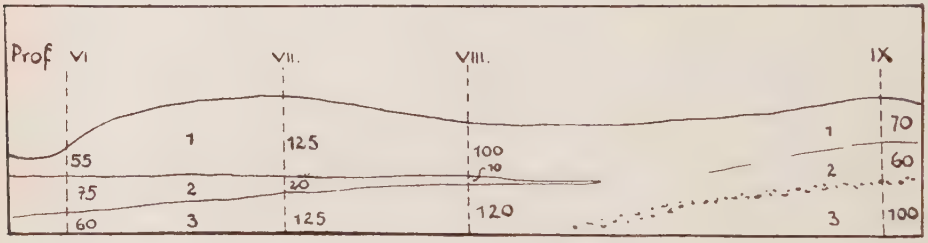


Abb. 13. Spardorf: Profil VI–IX.

3. Liegendes: lehmiger, kalkhaltiger, umgelagerter Löß mit zahlreichen Exemplaren von Pupa muscorum L. und vereinzelten von Helix hispida L. ca. 0,7 m

Hier sowohl als vor allem auch an der Nordwand der Grube erkennt man deutlich, daß die Schichten parallel der Hangoberfläche nach Osten einfallen.

Im Löß bzw. Lößlehm des östlichen Grubenteiles wurden des öfteren schon Knochenfunde gemacht. An bestimmbaren Stücken erhielt Verfasser einen Zahn, den Herr Kustos Hoermann-Nürnberg als 4. Molar vom rechten Unterkiefer von Rangifer tarandus L. bestimmte. Das geologische Institut Erlangen erhielt (nach gütiger persönlicher Mitteilung durch Herrn Prof. Krumbeck) in den letzten Jahren eine Reihe von Wirbeltierresten, welche folgenden Arten zugehören:

Elephas primigenius,
Rhinoceros tichorhinus[7]),
Bison priscus,
Ursus cfr. spelaeus,
Megaceros sp.,
Cervus sp.,
Equus 2 div. sp.

[7]) Hierbei handelt es sich um die früher beschriebenen Rhinozeroszähne (56, 126), welche Herr Prof. Krumbeck später als Rhinoceros tichorhinus zugehörig erkannt hat. (Nach gütiger persönlicher Mitteilung durch Herrn Prof. Krumbeck.)

An gleicher Stelle gibt Krumbeck das Vorkommen von Helix pulchella Müll. an.

Außerdem besitzt die Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg den Gipsabguß eines Artefakts aus der Aurignac-Zeit, das ebenfalls der Lehmgrube in Spardorf entstammt. Der verstorbene Herr Dr. Pfister-Erlangen hatte das Artefakt von den Arbeitern der Ziegeleigrube erhalten. Herr Kustos Hoermann, der die Fundstelle ebenfalls besichtigt hat, stellte einen Abguß des Artefakts her. Das Originalfundstück ist jetzt im Besitz des Herrn Stud.-Prof. Hornung, Erlangen.

Nach den Aussagen der Arbeiter sind an der gleichen Stelle schon des öfteren ähnliche Feuersteinstücke gefunden worden, so daß das Artefakt unter Umständen nicht einen Einzelfund darstellt, sondern der einzige erhaltene Rest einer paläolithischen Siedlung ist. Vielleicht stehen auch die Reste verkohlter Holzstücke, welche in der Nordostecke der Grube gefunden wurden, mit dem Artefaktenfund in ursächlichem Zusammenhang[8]).

Wenig nördlich der Ziegeleigrube steht in einer alten Lehmgrube links der Straße nach Marloffstein noch Löß auf primärer Lagerstätte an. Blanckenhorn gibt davon ein Profil wieder (**6**, 26), das jedoch heute ebenfalls nicht mehr zu erkennen ist. Ich konnte dort nur beobachten, daß kalkhaltiger primärer Löß mit zahlreichen Kalkkonkretionen von Lößlehm überlagert wird.

Das Ergebnis der mitgeteilten Profile und Untersuchungen über Spardorf können wir etwa folgendermaßen zusammenfassen:

Fast sämtliche Profile in der Ziegeleigrube lassen in allen Schichten deutliche Anzeichen der Umlagerung erkennen. Die Liegendgrenze der „Hochterrasse"[9]), zu welcher nach Blanckenhorn die Schotter zu rechnen sind, senkt sich innerhalb des Grubenareals um ca. 15 m nach Osten. Der die Schotter überlagernde Lößlehm ist ein typischer Gehängelöß mit hangparalleler Schichtung, an den im Norden etwas höher gelegener primärer Löß angrenzt. Man kommt also zu folgendem Schluß: Die verwickelten Lagerungsbeziehungen des ganzen Gebietes der Ziegeleigrube südlich der alten Lehmgrube sind das Resultat eines Bergrutsches, bei dem die Diluvialablagerungen (Hochterrassenschotter und Lößlehm) auf dem weichen Feuerletten nach Osten abglitten[10]). Dieser Bergrutsch erfolgte erst in der Zeit nach der Ablagerung und Diagenese des Löß bzw. Lößlehms, da der Lößlehm der Nordwand stellenweise hellgelbe, bis über faustgroße Brocken von entkalktem Löß einschließt (vgl. photographische Aufnahme Fig. 5).

Lößvorkommen am Waldrand nordwestlich von Spardorf.[11])

Ein weiteres Lößvorkommen bedeckt den SW-Hang des von Spardorf aus gegen Nordwesten sich hinziehenden Tälchens. Man trifft dort den Löß aufgeschlossen in einem Schurf am Grunde eines 3—4 m tiefen Hohlweges, der den Fuß des Hanges durchschneidet. Vor allem jedoch ist der Löß gut aufgeschlossen in einer am Waldrand gelegenen alten Lehmgrube (in etwa 335 m Meereshöhe). Dort ließen sich folgende beide Profile aufnehmen:

Profil I:

1. Hangendes: Ackerkrume und Verwitterungszone; sandiger Lößlehm, zusammen . . . . . 0,7 m
2. gelber, entkalkter Löß mit deutlicher Röhrchenstruktur; senkrecht abblätternd . . . . . 0,5 m
3. gelber, kalkhaltiger Löß mit deutlicher Röhrchenstruktur; Pupa musc. L. und Succ. obl. Drap.; nach unten dunkler werdend unter Abnahme des Kalkgehaltes und der Häufigkeit der Konchylien (A 19) . . . . . 0,6 m

[8]) Den einzigen sonst im Löß Frankens gemachten Fund eines paläolithischen Artefakts beschreibt Reis (77).

[9]) Diese Bezeichnung ist nicht stratigraphisch aufzufassen.

[10]) Schon Blanckenhorn zieht zur Erklärung der Erscheinungen Rutschungen zu Hilfe, nimmt diese jedoch nur in kleinem Umfang innerhalb der „Hochterrasse" an (6, 23).

[11]) Blanckenhorn hält offenbar dieses Vorkommen für eine Eluvialbildung des Keuperlettens (6, 29).

4. brauner (Löß?-) Lehm . . . . . 0,2 m
5. hellerer und dunklerer, kalkfreier Lehm in dünnen Bändchen wechsellagernd, mit Erzknöllchen, besonders in den lichten Lehmlagen . . . 0,6 m
6. Liegendes: Lehm wie 5, bohrbar . . . . . 0,8 m

Etwa 10 m nordöstlich von Profil I ist wiederum eine Gliederung der Lößwand möglich:

Profil II (vgl. photographische Aufnahme Fig. 4):

1. Hangendes: Lößlehm mit Sand in dünnen Linsen wechsellagernd . . . 0,70 m
2. besonders deutliches Sandband . . . . . 0,05 m
3. Lößlehm und Sand in wenig deutlichen, dünnen Bändern wechsellagernd . 0,57 m
4. kalkfreier Löß ohne Sand . . . . . 0,16 m
5. unterstes deutliches Sandband . . . . . 0,03 m
6. kalkfreier, senkrecht klüftender Löß mit deutlicher Röhrchenstruktur . . 0,80 m
7. Liegendes: kalkhaltiger Löß; aufgeschlossen . . . . . 0,50 m

Ob man in den basalen Lehmen von Profil I den Verwitterungslehm einer älteren Löß-Stufe zu sehen hat, konnte nicht festgestellt werden. Die obere Entkalkungsgrenze des Löß verläuft ziemlich unregelmäßig. Die Schichten zeigen alle ein Einfallen von etwa 5 Grad gegen Nordosten.

Weitere kleine Lößvorkommen bedecken den Westhang des Tälchens **zwischen Wunderburg und Weißenberg** sowie den Westhang des Weiherbachtales bei **Rosenbach.** Während der Löß im erstgenannten Gebiete nur durch Bohrungen nachgewiesen werden konnte, wurde er bei Rosenbach an kleinen Schürfen in Hohlwegen anstehend beobachtet.

Das Lößvorkommen westlich Adlitz, das Blanckenhorn erwähnt (**6**, 30), konnte nicht wieder aufgefunden werden.

Weißenohe (vgl. Dorn **12**, 57 f.). Hier lagern auf umgearbeitetem, schotterführendem Opalinuston zwei Löß-Stufen, die teilweise durch eine Schotterlage getrennt sind. Verfasser konnte in der Grube folgende Profile aufnehmen:

Profil I (Nordwestecke):

1. Hangendes: Ackerkrume . . . . . 0,50 m
2. brauner Lößlehm (A 1) . . . . . 0,75 m
3. hellgelber, fester, senkrecht klüftender, entkalkter Löß (A 2) . . . . 0,55 m
4. Liegendes: brauner Lößlehm (A 3); verschüttet.

Die obersten ¾ m des Aufschlusses enthalten vereinzelte eingestürzte, bis kopfgroße, ungerollte Malmbrocken.

Profil II (Südostecke):

1. Hangendes: Ackerkrume . . . . . 0,50 m
2. brauner Lößlehm, auf den Klüften gebleicht . . . . . 1,10 m
3. kleine Schotter aus Doggersandstein und Toneisenstein . . . . 0,15—0,20 m
4. Liegendes: brauner Lößlehm . . . . . 0,75 m

Dorn konnte in einem Profil auch noch die Auflagerung auf dem umgelagerten Opalinuston nachweisen (**12**, 57 ff.). Unter letzterem stellte er dann durch Bohrung noch einmal eine Schotterlage fest (**14**, 91).

Die Lagerungsverhältnisse des Löß von Weißenohe entsprechen ganz denen von Spardorf, so daß hier wie dort der Löß jünger ist als die Schotter (vgl. Dorn **12**, 57).

Frohnhof bei Forth (vgl. 12, 58). Das Lößprofil im Hohlwege nördlich von Frohnhof zeigt folgende **Gliederung (1):**

1. Hangendes: nicht aufgeschlossen . . . . . 1,00 m
2. dunkelbrauner Lößlehm (A 14 u. 15) . . . . . 0,90 m
   übergehend in
3. ockergelben, entkalkten Löß (A 16) . . . . . 0,50 m
4. gelbbrauner Lößlehm (A 17) . . . . . 0,15 m
5. Liegendes: gelber Lößlehm (entkalkter Löß), aufgeschlossen . . . . 0,15 m

Geht man durch den in den letzten Jahren vertieften Hohlweg vom Aufschluß nach Osten, so erkennt man unter anstehendem, 1 m mächtigem Lößlehm zunächst nicht ganz ¾ m gebänderten Lößlehm mit eingeschalteten Lettenbändchen. Dieser ist wiederum unterlagert von lehmigem Sand (1,2 m), der etwas weiter östlich in seinen Hangendpartien Lößlehmlagen einschließt. Noch weiter östlich tritt unter dem Sand ein Schotterlehm zutage, der nach Osten zu von grauen Liaseluvialletten unterlagert wird.

Es zeigt also auch diese Örtlichkeit eine zweistufige Lößablagerung, die von Schottern unterlagert ist, und stimmt somit aufs beste mit den Verhältnissen in Spardorf und Weißenohe überein.

Die Lößvorkommen des Kalchreuther Höhenzuges und bei Heroldsberg.

Der Kalchreuther Höhenzug trägt eine Reihe kleiner Lößbedeckungen. Dieselben lagern im Orte Kalchreuth, am Katzenkopf und an der Vogelleite auf dem Plateau des Höhenzuges und sind somit echte Höhenlöße (Höhenlage bis 435 m über dem Meere). Die übrigen Vorkommen finden sich auf den flachen westlichen Hängen der nach Süden zur Gründlach führenden Taleinschnitte der Heroldsberger Gründlach, des Hochstaudengrabens und des Grabens westlich von Simmelberg.

Die Plateaulöße der Vogelleite und des Katzenkopfes

beschreibt schon Blanckenhorn (**6**, 35). Auf das Vorkommen innerhalb der Ortschaft Kalchreuth machte mich Herr Priv.-Doz. Dr. Paul Dorn aufmerksam. Die Grenze der Lößbildungen gegen die zum Teil kalkhaltigen Liasböden (am Katzenkopf findet sich häufig Monotisplatte in den Äckern) läßt sich nicht genau festlegen.

Typischen, kalkhaltigen Löß mit zahlreichen Kalkkonkretionen kann man nur am Katzenkopf südlich von Kleingeschaidt beobachten. Dort befindet sich eine alte, flache Lehmgrube, deren Sohle bis zu 60 cm Tiefe von Löß bedeckt ist. Als Liegendes ergeben die Bohrproben grünlichen, fetten, kalkfreien Letten. Der Grubenrand erhebt sich ca. 1,8 m über die Sohle, so daß wir hier mit einer Gesamtmächtigkeit des Löß von mindestens 2½ m rechnen können. Ein hangender Lößlehm konnte an dieser höchsten Stelle des Vorkommens nicht nachgewiesen werden. Wahrscheinlich ist er der Abtragung zum Opfer gefallen.

Die Flankenlöße der vom Kalchreuther Höhenzug nach Süden führenden Seitentäler des Gründlachtales sind nur im Tal der Heroldsberger Gründlach durch den Ziegeleibetrieb gut aufgeschlossen, und zwar nördlich von Heroldsberg in der ehemaligen Ziegelei Johannistal, die schon Blanckenhorn (**6**, 33) beschreibt, und am Südausgang des Ortes in der neuen Ziegelei am Bahnhof.

Alte Ziegeleigrube Johannistal.

Die Grube, die sich schon seit Jahren außer Betrieb befindet, ist so stark verfallen, daß sich von den Angaben Blanckenhorns nichts mehr feststellen läßt. Im nörd-

lichen Teil sieht man eine ca. 3 m hohe Halde von Löß nach beiden Seiten hin in Schotterlehm übergehen. Den Westrand bildet eine 3—4 m hohe Wand von Lößlehm. Nur in der Südwestecke unmittelbar an der Straße ließ ein kleiner Schurf folgendes

Profil erkennen:

1. Hangendes: Lößlehm mit Verwitterungszone . . . . . 1,00 m
2. kalkhaltiger, gelb- bis fleischfarbiger Löß mit Pupa muscorum L. (A 10 u. 11) 0,55 m
3. Liegendes: entkalkter Löß; aufgeschlossen . . . . . 0,25 m

Auffallend ist an diesem Aufschluß die Art der Ausscheidung der Eisenhydroxyde. Man findet in dem blassen, fleischfarbigen Löß über faustgroße Nester von ockergelben Eisenhydroxydanreicherungen, die sich durch besonders dichtes, feinkörniges Gefüge und relativ geringen Kalkgehalt auszeichnen. Außerdem findet man nicht selten glatte, senkrecht stehende, dickwandige Brauneisenerzröhren von der Größe eines kleinen Fingers. Letztere Bildungen verdanken ihre Entstehung wohl einer Art metasomatischer Vorgänge an Wurzelröhren.

Ein Profil, das Herr Prof. Krumbeck vor einigen Jahren an der Westwand der Grube aufnehmen konnte, zeigte folgende **Gliederung**[12]):

1. Hangendes: rotbraunes Eluvium . . . . . 0,6 m
2. hellgelber Löß, ohne Konchylien, senkrecht verwitternd . . . . 0,2—0,4 m
3. brauner Lößlehm . . . . . 0,7 m
4. Liegendes: feinkörniger Sand.

Nach Blanckenhorn ließen sich die Ablagerungen der Ziegeleigrube im Schema folgendermaßen gliedern:

1. Hangendes: obere Löß-Stufe mit Verlehmungszone;
2. untere Löß-Stufe mit Verlehmungszone;
3. Schotterlehm („Hochterrasse");
4. Liegendes: Amaltheenton.

Beide Aufnahmen lassen also übereinstimmend eine Zweigliederung der Lößablagerung erkennen, Nach Dorn (**15**, 56) ist der Lößlehm noch von einer Gehängeschuttdecke überlagert.

Im Löß von Johannistal fand Herr Dr. Fl. Heller einen Schneidezahn von Equus caballus.

Die Lößvorkommen am Heroldsberger Bahnhof

(vgl. dazu Dorn **13** und **14**).

Die Neuanlage einer Ziegeleigrube, westlich der Papierfabrik, südöstlich von Punkt 357 des Gradabteilungsblattes Erlangen/Süd der topographischen Karte von Bayern 1:25 000, hat ein Lößvorkommen mit eigenartigen Lagerungsverhältnissen aufgeschlossen. Die Nordwand der Grube zeigte folgende Profile:

Profil I:

1. Hangendes: rotbrauner, z. T. ziemlich verfestigter Sand mit handgroßen, meist flachen Doggersandsteingeröllen; nach Westen anschwellend; im oberen Teil Ackerkrume . . . . . 0,50 m
2. goldgelber, besonders auf Klüften und an der Oberfläche graugrün gefleckter, mit braunschwarzen (Mangan?-) Flecken durchsetzter, geröllfreier Lößlehm (Analyse 22 der Tabelle) . . . . . 2,50 m

[12]) Ich verdanke dessen Kenntnis einer gütigen persönlichen Mitteilung durch Herrn Prof. Krumbeck.

3. schotterführender Lehm mit kleinem Doggersandsteingeröll; nach Osten undeutlicher werdend . . . . . 0,75 m
4. gelbbrauner, schotterfreier Lößlehm; feingebändert . . . . . 0,85 m
5. schotterführender Lehm . . . . . 0,30 m
nach unten übergehend in
6. geröllführenden Sand . . . . . 0,40 m
7. grauer Letten . . . . . 0,15 m
8. Liegendes: geröllführender Sand wie 6., aufgeschlossen . . . . . 0,10 m

Profil II stellt ca. 5 m östlich von Profil I unter der hangenden Sandschicht 1. eine ziemlich einheitliche Lehmwand dar. Die Lehmmassen sind im untersten Teil (ca. 1 m) mehr bindig und violettbraun, werden darüber braun und nach oben zu mehr grau und lettig-krümelig. Im oberen Teil sind 3—4 feinsandige, ca. 15 cm mächtige braune Lehmbänder eingeschaltet. Die obere geröllführende Schicht (Profil I, 3) wird nach Osten zu mehr und mehr unkenntlich; die untere (Profil I, 5/6) ist in Profil II nicht mehr wahrnehmbar.

Die Schotterzwischenlagen der Lehme verlieren sich in der Grube sehr bald. Unter der hangenden, geröllführenden Sanddecke lagert eine ziemlich einheitliche Lehmschicht. Dieselbe kann auf Grund der Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Lehme in 2 deutliche Stufen gegliedert werden, deren obere sich offenbar durch einen Mehrgehalt an lößartigem Material auszeichnet. Dies zeigt

Profil III

aus dem südlichen Teil der Grube.

1. Hangendes: Ackerkrume und Verwitterungsrinde: gelbbraun, sandig; mit Doggergeröll und Quarzgeröllen bis zu Haselnußgröße . . . . . 0,45 m
2. rotbrauner Sand, vermengt mit gelblichem Lehm, z. T. ziemlich fest; abgeschliffene Doggergerölle bis zu Faustgröße . . . . . 0,30 m
3. hellgrauer bis gelber Lehm . . . . . 0,75 m
4. Band aus feinem Sand . . . . . 0,05 m
5. Lehm wie 3. . . . . 0,35 m
6. braungelber Lehm, aufgeschlossen . . . . . ca. 1,50 m

Die Grenze zwischen den hangenden schotter- bzw. schuttführenden Sanden und der obersten Lehmschicht zeigt einen stark welligen Verlauf. An manchen Stellen gleicht sie etwa 1 m hohen Profilzeichnungen fächerförmiger und überkippter Falten, so daß die hangende Schuttlage in „taschenförmigen Vertiefungen" (Dorn **15,** 55 ff.: Figur) in den Lehm eingelagert ist. Ähnliche Erscheinungen sind aus den Ziegeleigruben bei Langenzenn bekannt (Dorn **15,** 152 ff.). Nach den Aussagen der Arbeiter und nach den durch ständigen Abbau beobachtbaren Veränderungen handelt es sich nicht um stockförmige Taschen, sondern um rinnenförmige Gebilde, die sich ungefähr ostwestlich oft über 10 m verfolgen lassen. Nach alldem können diese Erscheinungen nur als Stauchungs- und Gleitungsverfaltungen der hangabwärts kriechenden Schuttmassen mit dem weichen Lehmuntergrund gedeutet werden. Ähnliche Verhältnisse haben Keßler (**46,** 91 ff.) und Harrassowitz (**29,** Fig. 1, 3, 4 u. 5) beschrieben.

In ihrer Gesamtheit macht die Ablagerung den Eindruck eines Absatzes in stehendem Wasser. Die Schichtenfolge des Profils I wäre dann wohl als Uferfazies, vielleicht als Deltabildung eines nördlichen oder nordwestlichen Zuflusses aufzufassen. Die Talsohle der Heroldsberger Gründlach hätte demnach seit Ablagerung dieser Schichten eine Tieferlegung um ca. 15 m erfahren bei gleichzeitiger Verlegung des Flußlaufes um etwa 300—400 m nach Osten. Letztere Annahme stimmt mit den allgemeinen Ansichten vom Verlauf der Erosion in nordsüdlichen Tälern wohl überein.

Typischer Lößlehm auf offenbar primärer Lagerstätte findet sich unter Sand in einem Schurf aufgeschlossen. Letzterer liegt dort, wo der Weg westlich des Schienenstranges vom Heroldsberger Bahnhof aus nach Süden führend gegen Westen umbiegt (Analyse 21 der Tabelle). Die jüngste quartäre Ablagerung in der Umgebung der Ziegeleigrube ist Flugsand (**15**, 55).

Versucht man, über die gegenseitigen Lage- und Altersbeziehungen der Diluvialablagerungen in der Heroldsberger Gegend Klarheit zu gewinnen, so stößt man auf fast unüberwindbare Schwierigkeiten. Die bedeutendsten Diluvialbildungen der Gegend sind die Schuttmassen von Doggersandstein, welche die vom Kalchreuther Höhenzug nach Süden ziehenden Höhenrücken bedecken. Diese Schuttdecke ist z. B. auf der Steinleite, östlich Heroldsberg, so ausgeprägt, daß schon Blanckenhorn (**6**, 35) schreibt, man glaube hier auf Dogger zu wandeln (vgl. dazu auch Dorn **13** und **15**). Diese Schuttdecken reichen nach Süden bis an das Gründlachtal. Ihrer Entstehung nach dürften sie periglaciale Pseudomoränen, Warps im Sinne Keßlers, darstellen. Die Verhältnisse sind vor allem dadurch verwickelt, daß es im Gebiet um Heroldsberg, wie die oben beschriebenen Aufschlüsse zeigen, offenbar mehrmals zur Schuttbildung und Schuttbewegung gekommen ist, so daß es kaum möglich ist, die Altersbeziehungen zwischen den einzelnen aufgeschlossenen Gehängebildungen festzustellen. Ferner ist in Erwägung zu ziehen, daß eine Gehängeschuttdecke nach ihrer erstmaligen Ablagerung unter günstigen klimatischen Verhältnissen wohl auch ihre Wanderung hangabwärts wieder aufnehmen und dabei eventuell einen stellenweise an tieferen Hangpartien auf ihr abgesetzten Löß nachträglich noch überziehen kann.

Eindeutig liegen die Verhältnisse nur auf dem Katzenkopf und auf der Vogelleite. Da sich die Gehängeschuttmassen vom Kalchreuther Höhenzug nach Süden bewegt haben, kann dort der auf mittlerem Lias liegende Löß erst aufgeweht worden sein, nachdem der gesamte untere Dogger und obere Lias abgetragen waren. Ähnlich klar liegen die Verhältnisse in der neuen Ziegelei am Heroldsberger Bahnhof. Dort wurde der Lößlehm von Gehängeschutt „überfahren". Schwieriger gestaltet sich die Festlegung der Altersbeziehungen zwischen Löß und Schotter in Johannistal. Dort bildet nach Blanckenhorn (s. o.) Schotter das Liegende des Löß. Nach Dorn wird der Löß aber auch von Gehängeschutt überlagert. Die gute Übereinstimmung der Korngrößenzusammensetzungen des Johannistaler und des Katzenkopflößes spricht dafür, daß auch der Löß von Johannistal erst nach Abtragung des Doggersandsteins auf dem Kalchreuther Höhenzug abgelagert wurde (vgl. das spätere Kapitel über die „Bildung des mittelfränkischen Löß"; s. u. S. 41 ff.).

Bei der Verwickeltheit der Beziehungen auf so engem Raume ist natürlich eine Parallelisierung mit den Diluvialbildungen entfernterer Gebiete erst recht schwierig.

III. Petrographische Untersuchung der Löße des Arbeitsgebietes.[13])

Zur petrographischen Kennzeichnung der Löße unseres Arbeitsgebietes wurde mindestens je eine Probe jedes Vorkommens einer Kalkbestimmung und einer Schlämmanalyse unterworfen. Der Kalkgehalt wurde nach der von Stadler (**96**, 81 ff.) angegebenen Methode von Brunner bestimmt, während zur Ausführung der Schlämmanalysen ein vom Verfasser ausgearbeitetes Verfahren diente, das im Anhang näher erläutert ist.

Bei der Schlämmanalyse wurde das Lößmaterial nach dem Prinzip der „fraktionierten Sedimentation" in 5 Korngrößengruppen quantitativ getrennt in der Art, wie sie bei Schlämmanalysen üblich geworden ist (vgl. Kraus **55**, Koehne und Niklas **50**—**52**).

[13]) Die chemische Analyse eines Löß aus der Ziegeleigrube Spardorf gibt Kaul (**40**) an.

Diese Gruppen entsprechen folgenden „hydraulischen Werten" (vgl. Fleischer 17, 144):

Fraktion		Hydraulischer Wert			
I	mehr als		0,50	mm	Durchmesser
II	„ „	0,50	0,10	„	„
III	„ „	0,10	—0,05	„	„
IV	„ „	0,05	—0,01	„	„
V	weniger als		0,01	„	„

Alle Mineralkörner, die eine Wassersäule von bestimmter Höhe in der gleichen Zeit durchsinken, haben den gleichen „hydraulischen Wert". Dieser ist abhängig vom Volumen, vom spezifischen Gewicht und von der Oberflächengestalt (Form!) des Mineralkornes. Als Maß des „hydraulischen Wertes" dient der Durchmesser von etwa kugeligen Quarzkörnern der gleichen Sedimentationsgeschwindigkeit.

Bei der Durchführung der Schlämmanalysen wurde von den bisher üblichen Verfahren insofern grundsätzlich abgewichen, als die Lößproben vor dem Schlämmen entkalkt wurden. Die Zahlen, welche den Gehalt an einzelnen Korngrößenfraktionen angeben, sind bezogen auf entkalkten Löß. Sie sind auf folgende Weise gewonnen: Die Anteile an Korngrößen der Gruppen I—IV im entkalkten Material wurden durch Versuch bestimmt, zu ihrer Summe der Kalkgehalt gezählt und der Rest als Menge der abschlämmbaren (tonigen) Teilchen (Gruppe V) errechnet. Für die Tabelle wurde die Summe der Gruppenanteile I—V gleich 100 % gesetzt und die Anteile an den einzelnen Gruppen in Prozent auf diese Summe umgerechnet.

Der Kalkgehalt ist also bei den Untersuchungen völlig ausgeschaltet.

Zu dieser Maßnahme führten folgende Überlegungen: Der Kalk ist der labilste Bestandteil aller Lößbildungen und ist sowohl in deren Gesamtheit als auch innerhalb der einzelnen Vorkommnisse in sehr stark wechselnden Mengen vorhanden. Dabei kommt er in den verschiedensten Korngrößengruppen vor: in Form kleiner Konkretionen in den groben Bestandteilen, dann — wenigstens in kalkreichen Lößen — im feinsandigen und staubsandigen Anteil, zumeist aber in den abschlämmbaren Bestandteilen, da er in kleinsten Partikeln die gröberen Körner verkittet. In letzterer Form bleibt er aber oft auch als Kruste an den gröberen Teilchen hängen, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt. Kurzum, der Kalk ist ganz dazu angetan, die Untersuchungsergebnisse zu verschleiern und ihre Vergleichbarkeit zu vermindern. Gleichzeitig wird durch Entkalkung vor dem Schlämmen die Vergleichbarkeit kalkhaltiger Löße mit den entkalkten Lößen und kalkfreien Lößlehmen beträchtlich erhöht, da die beiden letzteren eben die natürlichen Entkalkungsprodukte der Löße darstellen. Zu erheblichen Fehlschlüssen hinsichtlich des Auswehungsmaterials kann dieses Verfahren in unserem Arbeitsgebiet insofern nicht führen, als der Kalkgehalt der Löße 10 % nur selten und dann wenig übersteigt (s. später S. 48).

Will man von der Korngrößenzusammensetzung der Löße auf die Herkunft ihres Materials schließen, so können zu diesen Betrachtungen nur solche Proben herangezogen werden, die nicht durch Umlagerungen irgendwelcher Art verunreinigt werden konnten. Demnach sind alle Proben, die der Bodenkrume entstammen, für diese Untersuchungen nur wenig geeignet.

Die Ergebnisse der Schlämmanalysen sind in der Tabelle S. 38/39 zusammengestellt. Aus dieser erkennt man allgemein die für den Löß charakteristische starke Beteiligung staubfeinen Materials an sämtlichen Lößbildungen (Gruppe IV durchwegs über 40 %), während die abschlämmbaren Teilchen nur einen geringen Prozentsatz ausmachen[14]).

[14]) Die Zahlenwerte für den Gehalt an abschlämmbaren Teilchen erweisen sich im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Untersuchungen (z. B. Kraus 55; Koehne/Niklas 50—52) verhältnismäßig klein. Diese Erscheinung kann teilweise eine Eigenart der Löße des Untersuchungsgebietes sein, eventuell infolge Ausspülung des Auswehungsmaterials (vgl. Lang 58, 46) oder infolge der Besonderheit des Auswehungsmaterials (s. u. S. 42). Großenteils ist sie jedoch wohl das Ergebnis eines Zusammenflockens der kleinsten Teilchen durch die Säureeinwirkung beim Entkalken. (Vgl. dazu Anhang S. 57.) Doch ist ja das Wesentliche, daß alle Schlämmanalysen unter sich vergleichbar sind. Deshalb wurden auch die kalkfreien Proben vor der Schlämmanalyse der gleichen Salzsäurebehandlung unterzogen.

Ergebnisse der schlämmanalytischen Untersuchungen.

A	Vorkommen	Gesteins-charakter	Probe-ent-nahme	Anstehendes der Umgebung	Lager-stätte	% $CaCO_3$	I > 0,5 mm	II 0,5—0,1 mm	III 0,1—0,05 mm	IV 0,05—0,01 mm	V < 0,01 mm	Sa. I/III	A
A 1	Weißenohe I 2	entkalkter Löß	Profil	Doggersandstein	prim.	—	1.6	33.9	8.0	51.8	4.7	43.5	A 1
A 2	„ I/3	„ „	„	„	„	—	5.3	34.3	6.5	49.0	4.9	46.1	A 2
A 3	„ I/4	„ „	„	„	„	—	2.2	36.5	8.8	47.8	4.7	47.5	A 3
A 4	Igensdorf	Lößlehm	„	„	„ ?	—	6.2	20.1	10.8	58.0	4.9	37.1	A 4
A 5	Simmelberg	„	Boden		„ ?	—	13.6	23.8	11.3	47.1	4.2	48.7	A 5
A 6	Weißenburg, unterer Lehm	„	Profil	Doggersandstein	„ ?	—	17.6	34.4	5.5	41.0	1.5	*57.5	A 6
A 7	„ oberer „	„	„	„	„ ?	—	8.0	11.9	8.4	55.1	16.6	28.3	A 7
A 8	Ellingen	„	Schurf	„	?	—	2.2	13.7	8.2	70.1	5.8	24.1	A 8
A 9	Schmalwiesen	„	„	„	?	—	5.0	13.7	11.8	65.5	4.0	30.5	A 9
A 10	Johannistal SO-Ecke, Zieg.-Gr.	Löß	Profil	Lias	prim.	1.5	—	4.2	8.8	78.5	8.5	13.0	A 10
A 11	dito	„	„	„	„	4.7	0.4	2.4	8.8	79.8	8.6	11.6	A 11
A 12	Katzenkopf	„	Boden	„	„	5.4	0.8	2.2	6.0	81.9	9.1	9.0	A 12
A 13	Ober-Rosenbach	„	Bohrg. im	„	„	5.4	0.7	2.1	8.6	81.8	6.8	11.4	A 13
A 14	Frohnhof, Prof. I/2	Lößlehm	Profil	„	„	—	0.6	3.2	5.7	76.0	14.5	9.5	A 14
A 15	„ „ I/2	„	„	„	„	—	2.0	5.9	8.9	76.8	6.4	16.8	A 15
A 16	„ „ I/3	„	„	„	„	—	13.1	7.8	7.8	64.2	7.1	*28.7	A 16
A 17	„ „ I/4	„	„	„	„ ?	—	11.7	8.7	9.5	63.2	6.9	29.9	A 17
A 18	Spardorf, alte Lehmgrube	Löß	„	Rhätsandstein	„	6.7	4.0	7.6	15.7	69.0	3.7	27.3	A 18
A 19	„ NW, Waldrand, Prof. I	„	„	„	„	4.4	6.8	8.6	12.6	61.4	10.6	28.0	A 19
A 20	„ Ziegeleigrube . .	Lößlehm	„	„	sec.	—	15.5	7.9	11.3	59.1	6.2	34.7	A 20
A 21	Heroldsberg, Bahnhof . .	entkalkter Löß	„	„	prim.	—	14.8	6.8	9.5	63.4	5.5	31.1	A 21
A 22	„ Ziegelei . . .	Lößlehm	„	„	sec.	—	3.9	7.6	11.7	68.0	8.8	23.2	A 22

Ergebnisse der schlämmanalytischen Untersuchungen.

A	Vorkommen	Gesteinscharakter	Probeentnahme	Anstehendes der Umgebung	Lagerstätte	% $CaCO_3$	I > 0,5 mm	II 0,5—0,1 mm	III 0,1—0,05 mm	IV 0,05—0,01 mm	V < 0,01 mm	Sa. I/III	A
A 23	Steudach	Lößlehm	Profil	Blasensandstein	prim.	—	18.5	9.1	4.3	50.1	18.0	31.9	A 23
A 24	Eltersdorf / Hüttendorf . .	Löß	„	„	„	7.1	10.0	12.2	12.6	54.7	10.5	34.8	A 24
A 25	Flexdorf	lehmiger Löß	„	„	„	3.4	13.2	23.0	12.9	46.8	4.1	49.1	A 25
A 26	Mühlhof	Lößlehm	„	„	„	—	22.2	25.2	8.3	32.5	11.8	55.7	A 26
A 27	Langenzenn	„	„	Blasensdst. / Lehrbgsch.	„ ?	—	11.7	17.8	6.2	58.5	5.8	35.7	A 27
A 28	Weinzierlein	Löß	„	Blasensandstein	„	7.6	14.2	20.1	12.3	47.3	6.1	46.6	A 28
A 29	Ammerndorf	„	„	„	„	7.3	6.9	9.0	10.0	66.9	7.2	25.9	A 29
A 30	Herpersdorf, Prof. I/2 . .	„	„	Blasensdst. / Lehrbgsch.	„	7.2	4.3	15.9	12.1	62.8	4.9	32.3	A 30
A 31	„ „ I/4 . .	„	„	„ „	„	1.2	8.4	12.1	10.3	62.4	6.8	30.8	A 31
A 32	„ „ I/3 . .	Lößlehm	„	„ „	„ ?	—	19.9	37.5	18.2	20.4	4.0	(75.6)	A 32
A 33	„ „ V/1 . .	Löß	„	„ „	„	11.4	8.1	10.0	6.3	70.5	5.1	24.4	A 33
A 34	Heinersdorf, Prof. I/3 . .	„	„	„ „	„	5.8	6.2	17.5	10.8	60.7	4.8	34.5	A 34
A 35	„ „ I/6 . .	„	„	„ „	„	3.4	19.0	14.3	7.0	52.3	7.4	*40.3	A 35
A 36	Unterulsenbach	„	„	„ „	„ ?	7.5	6.8	10.9	4.4	64.8	13.1	22.1	A 36
A 37	Daubersbach, oben	„	„	Schilfsdst. (+Lehrbgsch.)	„	6.0	7.9	24.4	9.5	48.3	9.9	41.8	A 37
A 38	„ unten . . .	„	„	„ „	„	8.6	11.7	34.2	9.7	39.4	5.0	*55.6	A 38
A 39	Straußmühle b. Neuhof / Zenn	lehmiger Löß	Grubensohle	Blasensdst. / Lehrbgsch.	„ ?	3.4	9.7	19.0	11.3	48.2	11.8	40.0	A 39
A 40	Wilhermsdorf (Abb. 7, 4)	Gehängelöß	Profil	„ „	sec.	0.3	16.2	23.8	5.1	48.2	6.7	45.1	A 40
A 41	Niederndorf	Gehängelehm	„	Blasensandstein	„	—	31.2	30.4	10.4	18.5	9.5	72.0	A 41
A 42	Eltersdorf / Regnitzbr. . . .	Lehm	„	„	„	—	2.0	7.9	18.1	64.7	7.3	28.0	A 42

Ferner läßt sich die auch in andern Gebieten recht häufig beobachtete Tatsache feststellen, daß der Sandgehalt in den liegenden Lößpartien innerhalb der einzelnen Vorkommen ansteigt (s. Analysen 16, 6, 35 und 38 der Tabelle; vgl. unten S. 45). Vor allem aber erkennt man aus der Tabelle die starke Abhängigkeit der Löße von den anstehenden Gesteinen ihrer Umgebung, besonders den hangaufwärts zutage tretenden.

Zunächst fällt eine Gruppe von Proben auf, die sich durch außergewöhnlich geringen Gehalt an sandigem Material auszeichnet (Sa. I/III der Tabelle sehr klein!). Es sind dies diejenigen Löße aus dem Liasgebiet, über denen der Doggersandstein nicht mehr ansteht (Analyse 10—15). Löße, die weiter aus dem Inneren des Juragebietes stammen, wo über den Flachhängen des Opalinustones, der hier meist das Liegende des Löß bildet, der Doggersandstein ausstreicht, lassen durch ihren beträchtlichen Gehalt an feinkörnigen Sanden (Fraktion II) den Einfluß des Personatensandsteins klar erkennen. Die ausgeschlämmten Feinsande (Fraktion II) lassen sich ihrem Aussehen nach von feinzerriebenem Doggersandstein kaum unterscheiden. Nicht nur Feinkörnigkeit und Farbe, auch der den Personatensandstein kennzeichnende Glimmergehalt ist ihnen eigen (Analysen 1—9)[15]).

Westlich bzw. südlich der Liaslöße macht zunächst das Rhät seinen Einfluß geltend durch Zunahme des Sandgehalts auf 27—35 % (Analyse 18—21). Im Gebiet des Burgsandsteins und oberen Blasensandsteins erreicht letzterer noch größere Werte (bis über 50 %). Die grobsandigen Bestandteile (Gruppe I) machen hier in allen Fällen mehr als 10 % aus (Analysen 23—28). Südwestlich der Linie Langenzenn-Weinzierlein bewirkt das Feinerwerden der Gesteine im Gebiete des mittleren und unteren Blasensandsteins sowie vor allem der oberen Lehrbergstufe (vgl. Reuter **79**, 36 ff.) eine allgemeine Abnahme des Sandgehaltes (Analysen 29, 30, 31, 33, 34 und 36 mit 24—35 % Sand), bis noch weiter im Westen die untere Lehrbergstufe (z. T. in ihrer Sandfazies) sowie der feinkörnige Schilfsandstein (vgl. Reuter **79**, 37 ff.) eine erneute Zunahme des Sandgehalts, besonders in der Gruppe II (0,5—0,1 mm Durchmesser), bewirken (Analysen 37—39).

Wir sehen somit, daß sich der Einfluß des Anstehenden in der Umgebung der Lößablagerungen bis ins kleinste in deren Zusammensetzung widerspiegelt. Wie innig diese Wechselbeziehungen sind, möge noch das folgende Beispiel zeigen: Während Weinzierlein an der Westgrenze des grobkörnigen Blasensandsteins liegt (s. o.), steht in der Umgebung des kaum 3 km entfernten Ammerndorfer Vorkommens feinkörniger rotviolett-messinggelber Sandmergel an. Der Kalkgehalt der beiden Lößvorkommen ist fast gleich.

Analyse; Fundort	> 0,5 mm	0,5 bis 0,1 mm	0,1 bis 0,05 mm	0,05 bis 0,01 mm	< 0,01 mm	Kalk	
A 28 Weinzierlein . .	**14,2**	**20,1**	12,3	**47,3**	6,1	7,6	%
A 29 Ammerndorf . .	**6,9**	**9,0**	10,0	**66,9**	7,2	7,3	%

Das Problem der Lößbildung.

Das glaziale Alter des mitteleuropäischen Löß wird — vor allem auf Grund der zusammenfassenden Arbeit Soergels (**93**) — wohl von niemand mehr angezweifelt. Man hat lange Zeit als Auswehungsgebiet für das Material der mitteleuropäischen Löße ziemlich ausschließlich die Aufschüttungen der glazialen Schmelzwässer vor den Rändern der nordeuropäischen und alpinen Vereisung angesehen. So glaubte Sauer auf Grund der petrographischen Ähnlichkeit zwischen sächsischen Lößen und denen der oberrheinischen Tiefebene, das Material der letzteren müsse aus dem norddeutschen Tiefland herübergeweht sein (nach Lepsius **61**, cit. nach **67**, 32). Aber schon Lepsius

[15]) Die Korngrößenzusammensetzung verschiedener Keuper- und Doggersande ist bei Stahl (98, 194) angegeben.

nimmt als wichtigstes Auswehungsgebiet für den rheinischen Löß die Flußaufschüttungen des Maines und Rheines an (Lepsius **61**; nach **67**, *32*). Diese Ansicht, die Gutzwiller (**28**, *28*) schon äußerte, wird heute wohl von den meisten Geologen geteilt — vgl. z. B. die Arbeiten von Mordziol (**67**, *33*), Breddin (**9**), Thürach (**101** bis **103**) u. a. Die Berichte von Lauterborn und anderen (**59**; **85**; **86**; **30**, *322*) über rezente Lößbildung aus Rheinabsätzen bestätigen jene Annahmen aufs beste. Auch Kraus (**55**, *150*) hat erhöhten Sandgehalt des Donaulöß als Einwehung von Sand aus Flußablagerungen gedeutet. Ferner wurde mehrfach ein allmählicher Übergang von Flugsand in Löß festgestellt (Chelius, Klemm und Vogel nach Mordziol **67**, *32*; Breddin **9**, *73*; Grahmann **22**, *298*).

Wenn aber, wie in unserem Gebiet, in nicht 15 km Entfernung von nahezu sandfreien Lößen, in deren Umgebung Lias ansteht, als Ergebnis der Nachbarschaft von Doggersandstein oder Keupersandstein echter primärer Löß mit bis zu 50 % Sandgehalt vorkommt, so folgt daraus, daß die Bedeutung von „lokalen Beimengungen" jedenfalls sehr viel größer werden kann als bisher vielleicht allgemein vermutet wurde. Nun muß doch notwendigerweise angenommen werden, daß auch das staubfeine Material mindestens teilweise lokaler Herkunft ist. Hieraus folgt zweifellos, daß die lokalen Beimengungen im Löß mit reichlich über 50 % an dessen Zusammensetzung beteiligt sein müssen. Es erscheint daher die Annahme durchaus berechtigt, **daß von fernher** (etwa aus dem norddeutschen Glazialgebiet) **herbeigewehtes Material an der Bildung des mittelfränkischen Löß überhaupt nicht beteiligt ist, sondern, daß dessen Material ausschließlich den Verwitterungsprodukten unmittelbar benachbarter Gesteine entstammt**[16]).

Wenn auf eng umgrenztem Raum makroskopisch wenig unterscheidbare Lößbildungen aus ganz verschiedenartigem Material entstanden sind, so kann die Gleichartigkeit ihrer Zusammensetzung nicht allzu groß sein, wie dies ja auch die Tabelle erkennen läßt. Ähnliche beträchtliche Schwankungen in der Zusammensetzung sind auch aus den Arbeiten von Kraus (**55**), Heßle (**35**) und Stadler (**96**) erkennbar. Letzterer findet auf dem kleinen Gebiet um Passau Unterschiede bis zu 50 % im Kalkgehalt der primären Löße. Anderorts wird jedoch auf die Gleichartigkeit von z. T. beträchtlich voneinander entfernten Lößbildungen hingewiesen (Andrae und Osann **1**, *740*). Diese ist dann aber bedingt durch die Gleichartigkeit des Auswehungsmaterials, die, wie Steinmann (**99**, *61 ff.*) z. B. sagt, „schon in der Grundmoräne vorbereitet" wurde und wohl auch in Flußaufschüttungen zur Ausprägung kommen kann. Die Gleichartigkeit seiner Zusammensetzung nach Korngrößen ist für den Löß nur in beschränktem Maße ein Kennzeichen; denn wenn z. B. die asiatischen Löße, deren Material aus den innerasiatischen Wüstengebieten ausgeweht wurde, den mitteleuropäischen gleichen, so kann dies nur darauf zurückzuführen sein, daß ähnliche — wesentlich klimatische — Bildungsbedingungen zu vielleicht ganz verschiedenen Zeiten ein Gestein geschaffen haben, das an allen Orten seines Vorkommens die gleichen physikalischen Eigenschaften zeigt, die eingangs als die Kennzeichen aller lößartigen Bildungen genannt wurden (vgl. die Tabelle bei Barbour **116**).

Die Bildung des mittelfränkischen Löß.

Man könnte geneigt sein, die starke Abhängigkeit der Zusammensetzung des Löß von der geologischen Beschaffenheit seiner Umgebung als Stütze für die Lößtheorie von L. S. Berg aufzufassen (**2**). Vor allem basierend auf den Arbeiten von Ganßen

[16]) Van Baren (118) kommt für einen Löß aus der Umgebung von Maastricht ebenfalls zu der Ansicht, daß derselbe aus dem Anstehenden der Umgebung ausgeweht wurde. Van Barens Gedankengang ist folgender: Der Löß von Süd-Limburg enthält 75 Prozent der Mineralien der senonen und 89 Prozent der Mineralien der tertiären Ablagerungen der Umgebung. Er muß demnach aus diesen Ablagerungen ausgeweht worden sein und nicht, wie ursprünglich angenommen, aus der Grundmoräne.

Diese Schlußfolgerung hat gewiß weitgehende Berechtigung. Streng genommen müßte jedoch der Nachweis erbracht werden, daß die in Frage stehenden akzessorischen Mineralien des Löß in der Grundmoräne nicht vorhanden sind. Ferner wäre interessant, wieviele Mineralien der Löß enthält außer denen, welche dem Senon und dem Tertiär der Umgebung entstammen können.

(18 und 19), nimmt dieser russische Forscher an, daß der Löß in situ aus Eluvialprodukten durch eine besondere Art von Lößverwitterung entstanden sei. Demgegenüber sei nochmals klar festgestellt, daß die Beschaffenheit des mittelfränkischen Löß **nicht** von dessen **Untergrund** abhängig ist, **sondern** durch diejenigen Gesteine bestimmt wird, welche die Höhen in der **Umgebung** der Lößablagerung bedecken. Auch sind ja zwischen Löß und anstehendes Trias- bzw. Juragestein nicht selten Schotter- und Sandablagerungen eingeschaltet.

Ein Umstand unterscheidet also die mittelfränkischen Lößbildungen von denjenigen des Rheintales und der unmittelbaren Randgebiete der Vereisungen: Während das Auswehungsmaterial der letztgenannten Löße aus im wesentlichen glazialen und fluvioglazialen Aufschüttungen stammt, ist **das Auswehungsmaterial des mittelfränkischen Löß ein periglaziales Verwitterungsprodukt.** Daraus erklärt sich auf Grund der Ganßenschen Untersuchungen über Lößbildung (19) vielleicht am besten der geringe Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen (unter 0,01 mm) im mittelfränkischen Löß: Ganßen hat nämlich experimentell gezeigt, daß die klimatischen Verwitterungsbedingungen der Lößbildung zu einer Vergröberung des Kornes führen dadurch, daß sie eine Umwandlung abschlämmbarer Bestandteile (unter 0,01 mm) in staubfeine Teilchen (0,01—0,05 mm) bewirken (19, 41). So ist der mittelfränkische Löß zwar tatsächlich aus Verwitterungsprodukten entstanden, aber nicht in situ, sondern durch Umlagerung und Transport, wenn auch nur über kurze Strecken. Als Transportkraft kommt im wesentlichen jedoch nur der Wind in Frage, denn es kann z. B. der Löß, der die höchsten Stellen des Kalchreuther Höhenzuges bedeckt, unmöglich durch eine andere Kraft als den Wind an den Ort seiner Ablagerung gebracht worden sein. Aber auch die Lagerung des Löß auf den Talhängen, deren Unebenheiten er ausfüllt und ausgleicht, sowie vor allem seine meist völlige Schichtungslosigkeit sprechen für äolische Bildung. Auch die häufig nicht sehr gründliche Seigerung des Lößmaterials (Trennung nach Korngrößen) muß als Ergebnis des nur kurzen Transports angesprochen werden (vgl. u. S. 43, o. S. 40). Allerdings läßt sich die Mitwirkung fließenden Wassers bei der Bildung mancher, dann aber meist geschichteter Ablagerungen nicht leugnen. So wird die Flächenspülung an der Bildung der Flankenlöße immer bis zu einem gewissen Grade beteiligt gewesen sein. Als Ergebnis ihrer Tätigkeit sind jedenfalls die stärker sandigen Einschaltungen anzusehen, die, oft nur ein paar Millimeter mächtig, hangparallel die Lößprofile durchziehen. Sicherlich sind auch die basalen stärker sandigen Stufen mancher Lößprofile, die offenbar den „Sandlößen" verschiedener Autoren (Wüst und Schumacher cit. nach Mordziol 67, 31; van Wervecke 109, 29) entsprechen, durch Zusammenwirkung von Windanwehung und Gehängespülung oder gelegentlich auch Flußanschwemmung entstanden (s. u. S. 45). Diese Sandlöße unterscheiden sich aber oft deutlich von typischen reinen Gehängebildungen, wie sie der Gehängelöß von Wilhermsdorf oder vor allem auch die Schwemmsande im Hangenden des Löß von Weinzierlein darstellen.

Entscheidend für das Verständnis der Lößbildung ist die Tatsache, daß das Lößmaterial sowohl vor seiner Auswehung als auch unmittelbar danach **Boden** und damit den Gesetzen der Bodenbildung unterworfen war. Darauf hat zuerst Münichsdörfer ausdrücklich hingewiesen (68).

Die Auswehung von Lößmaterial hat große Flächen von Lockerboden zur Voraussetzung, wie er nur durch vorwiegend mechanische Verwitterung entsteht. Letztere ist aber nur im ariden und semiariden Klima die vorherrschende Art der Verwitterung. Soergel (93) hat ausführlich dargelegt, daß während des Diluviums, der Bildungszeit des mitteleuropäischen Löß, ausschließlich die Glazialzeiten vor den Rändern der Vereisung die zur Lößbildung notwendigen klimatischen Bedingungen boten. Jene Gebiete trugen auf mehrere hundert Kilometer vor den Rändern der Eisdecken den Charakter einer trockenen Tundra oder kalten Steppe. Bei mittleren Jahrestemperaturen von wenigen Grad Celsius kennzeichneten kurze, kühle Sommer das Klima. Die Niederschläge waren gering, denn die abeisigen Winde, die den großen thermischen Antizyklonen über den Eisdecken entströmten, brachten kaum Feuchtigkeit mit. Die kalte

Eisdecke brachte ja fast alle Feuchtigkeit aus der Luft zur Abscheidung (Soergel **94,** 45). Die Niederschläge fielen größtenteils als Tau und Reif. Im Winter bedeckte wohl teilweise Schnee den Boden. Doch fehlte es nicht völlig an fließendem Wasser, denn manche Lößprofile (so Weinzierlein, Herpersdorf) zeigen deutlich Spuren von Wasserläufen. Der Wechsel von dünnen Lagen mehr sandigen und mehr lößartigen Materials im Profil II von Herpersdorf (s. S. 19) ist vielleicht als Wirkung von Schmelzwasser (Hochwasser) in einem Bachlauf zu erklären.

Aus den petrographischen Untersuchungen unserer Löße folgt, daß die Hochflächen des fränkischen Keupergebietes und des fränkischen Albvorlandes ohne zusammenhängende Pflanzendecke gewesen sein müssen, da sie ja Gebiete der Lößauswehung waren. Die Verwitterung hatte weite Flächen lockeren Bodens geschaffen, aus denen der Wind vorwiegend die leichteren Bestandteile in die Lüfte emporwirbelte, jedenfalls in nur geringer Höhe über dem Boden vor sich hertrieb und auf dem flachen, gras- oder flechtenbedeckten[17a]) Hang des nächsten windstillen Tales wieder absetzte[17]).

Auch die Bildung von Windkantern, die sich nicht selten im Liegenden des Löß finden (vgl. bei Steudach oben S. 12 und Reis **78**), zuweilen geradezu als Pflaster (vgl. Kayser **41,** Fig. 277), spricht für das Vorhandensein entblößter Flächen. So entstand der Löß unseres Gebietes in unmittelbarer Nähe seines Auswehungsgebietes. Lößauswehung und Lößablagerung vollziehen sich demnach unter regionalklimatisch gleichen Bedingungen. Beide Vorgänge sind an Trockenheit gebunden, da bei beiden die chemische Verwitterung, vor allem die chemische Einwirkung des Wassers, ausgeschlossen sein muß. Bei niedriger Temperatur braucht der Mangel an Niederschlägen nicht so ausgesprochen zu sein, da in diesem Falle die chemische Wirkung des Wassers verschwindend klein ist. Bei Temperaturschwankungen, vor allem um 0 Grad herum, zersprengt Wasser auch in geringen Mengen das Gestein durch Spaltenfrostwirkung und schafft lockeren Grus und Staub. Dabei unterbleibt die Bildung des feindispersen, kolloidalen Tones, dessen Fehlen ja den Löß auszeichnet (Wiegner **111,** 51; Fleischer **17,** 216). Vorhandene Feldspäte und ähnliche Mineralien bleiben unzersetzt, salzartige Bestandteile werden dem Boden nicht entzogen und tragen ihrerseits, ebenso wie die tiefe Temperatur an sich schon, zur Verringerung der Dispersität der Bodenteilchen, zur Krümelung des Bodens bei (vgl. Ganßen **19**; Wiegner **111,** 25). Die klimatischen Bedingungen der Lößablagerung sind denen der Lößauswehung außerordentlich ähnlich.

Chemische Verwitterung und Auslaugung würden auch die Diagenese des Löß, d. h. die Umwandlung des angewehten Staubes in Löß, unmöglich machen, da sie bereits entstandenen Löß in Lößlehm überführen. Schon eine geringe Erhöhung der Feuchtigkeit, die ausreicht, eine geschlossene Grasnarbe zum Festhalten des Lößstaubes zu erzeugen, genügt, um ein Gebiet der Lößauswehung zur Lößablagerung geeignet zu machen. Unser Untersuchungsgebiet trug also in der Zeit der Lößbildung jemals weder eine geschlossene Pflanzendecke noch eine zusammenhängende Lößdecke, da es Auswehungs- und Ablagerungsgebiet zu gleicher Zeit war. Wie bereits eingangs (S. 12) erwähnt wurde, findet sich die Mehrzahl der Löße des Untersuchungsgebietes auf den flachen Westhängen etwa nord-südlich verlaufender Täler. Diese Erscheinung ist ziemlich allgemein beobachtet worden (Kayser **41,** 344 und an zahlreichen Stellen in der Spezialliteratur; so bei Reis **74,** 93 und van Wervecke **109,** 36; dort weitere Angaben). Sowohl die Befunde im Untersuchungsgebiet als auch die Angaben der Literatur sprechen dafür, daß der Löß besonders häufig auf schwach geneigten Hängen abgelagert wurde. Nach Koehne (**49,** 74) kommt Löß in Oberbayern nur auf Hängen mit nicht mehr als 7 Grad Neigung vor. Derartig flach sind im Untersuchungsgebiet aber vorwiegend die Westhänge der nord-südlich verlaufenden Täler, welch letztere einen merkwürdig asymmetrischen Querschnitt zeigen. Diese Asymmetrie, welche durch die Auflagerung des Löß noch erhöht wird, wurde auch anderwärts häufig beobachtet (vgl. **34,** 95 ff.). Zu ihrer Erklärung zieht Blanckenhorn (**7,** 48)

[17]) Dies ist wohl auch die Auffassung Mordziols (**67,** 33 und 35), der annimmt, daß das Lößmaterial auf die Terrassen „hinaufgeweht" worden sei.

[17a]) Deecke (126) hat nachgewiesen, daß auch Flechtenrasen den angewehten Lößstaub festhielten.

das Vorherrschen westlicher Winde, Reis dagegen (**74**, 93) eine Ablenkung des fallenden Wassers nach Osten heran (vgl. im Gegensatz dazu die Ausführungen über das van Baersche Gesetz bei Kayser (**41**, 506), Philippson (**70**, 171) und Henkel **33**).

Nach dem Gesagten muß aber die Verteilung des Löß in unserem Gebiet klimatisch bedingt, seine Ablagerung an Stellen mit relativ hoher Feuchtigkeit gebunden sein, wo eine ziemlich geschlossene Grasnarbe zustande kommen konnte. Nach Stiny wird die Feuchtigkeit eines Bodens erhöht:

1. durch windgeschützte Lage (**100**, 131 und 170)
2. „ geringe Neigung (**100**, 167)
3. „ wasserundurchlässigen Untergrund (**100**, 119 ff.).

Die Lößvorkommen unseres Gebietes liegen zumeist gegen Winde, vor allem die eiszeitlichen Winde mit östlicher Komponente (s. u.) ziemlich geschützt in nord-südlichen Tälern. Auch der Kalchreuther Höhenzug mit seinen Plateaulößen ist gegen Ostwinde durch den Steilanstieg des Weißjuraplateaus einigermaßen geschützt. Ferner besteht sein Untergrund aus Liasletten. Ganz allgemein neigen ja wasserundurchlässige Schichten zur Bildung sanfter Böschungen. So scheinen also tatsächlich gerade die heute lößbedeckten Stellen während der Diluvialzeit geeignet gewesen zu sein, durch Lokalklima von erhöhter Feuchtigkeit eine Pflanzendecke hervorzubringen, die inmitten eines ausgedehnten Lößauswehungsgebietes inselartige Lößablagerungen verursachen konnte.

Die Winde, welche das Lößmaterial herbeiführten, kamen wohl größtenteils aus Nordosten. Dafür sprechen sowohl allgemeine meteorologische Überlegungen als auch die Zusammensetzung der Löße in ihrer Abhängigkeit vom anstehenden Gestein:

Während der Glazialzeit lag über der nordeuropäischen Eisdecke dauernd eine große Antizyklone, der eine kleinere über dem alpinen Eisgebiet vorgelagert sein mußte (vgl. Köppen & Wegener **53**, 170 ff.). Der Einfluß der letzteren dürfte kaum über den Juraabbruch an der Donaulinie hinaus ausgedehnt gewesen sein, so daß unser Gebiet noch vorwiegend unter der Herrschaft der viel mächtigeren nordeuropäischen Antizyklone stand und von ihr östliche und vor allem nordöstliche Winde erhielt.

Dafür spricht auch die Zusammensetzung derjenigen primären Löße, die einen eindeutigen Schluß auf die Lage ihres Auswehungsgebietes zulassen. So liegt vor allem der relativ feinkörnige Ammerndorfer Löß südwestlich der Grenzlinie der feinkörnigen Keuperschichten, während der an der Nordostgrenze derselben gelegene Löß von Weinzierlein wesentlich gröberkörnig ist, sein Material also aus dem Nordosten bzw. Osten bezogen haben muß (s. o. S. 40). Ähnlich sprechend ist das Beispiel des feinkörnigen Löß von Oberrosenbach, der nur im Norden, Nordosten und Osten von Lias umgeben ist, während in seiner übrigen Umgebung Keuper ansteht. In der Mehrzahl der übrigen Fälle tritt dieser Zusammenhang nicht so klar zutage.

Im Gegensatz zu den Lößablagerungen vor den Rändern der diluvialen Eisdecken und am Rhein ist die Masse des im Untersuchungsgebiet abgelagerten Lößmaterials nur sehr klein. Diese Erscheinung ist aber auch leicht aus den Entstehungsbedingungen unserer Löße zu erklären. Als Auswehungsgebiet der obengenannten Lößablagerungen müssen, wie oben schon erwähnt, zweifellos die Schmelzwasserabsätze (Sander) vor den Eisdecken und evtl. die fluvioglazialen Absätze des Rheines angesehen werden. Aufschüttungsböden, deren auswehungsfähiges Material dauernd ergänzt wurde. Dagegen entstammt das Material unserer Löße einem Eluvialboden, einem Verwitterungsboden. Die Verwitterung erzeugte das auswehbare Material sehr viel langsamer als glaziale Aufschüttung dies zu tun vermochte. Die Auswehungsrückstände wurden kaum entfernt, da die Abtragung nur langsam vonstatten ging. Dadurch wurde anderseits auch die Verwitterung selbst sehr verlangsamt. Die auswehbaren Aufschüttungen der Rednitz und ihrer Nebenflüsse waren nicht bedeutend genug, eine stärkere Lößbildung zu ermöglichen.

Die Entstehung sandiger Löße.

Nach dem Liegenden zu gehen die typischen Löße nicht selten allmählich in Sandlöße über, die häufig deutliche Schichtung aufweisen (vgl. z. B. van Wervecke **109**, 29, Steinmanns „Rekurrenzzone", cit. nach Mordziol **67**, 31). Derartige basale Sandlöße finden sich auch im Untersuchungsgebiet. Man trifft sie an Stellen, wo man eine Ablagerung in einem Flußbett oder stehenden Gewässer kaum annehmen kann. Auch sind sie durchaus nicht immer geschichtet (in der Spalte Sa. I/III der Tabelle mit * gekennzeichnet). Ihre Entstehung kann wohl nur durch Zusammenwirken von Gehängespülung und Anwehung zustandegekommen sein. Wenn beide Vorgänge einigermaßen gleichmäßig nebeneinander hergehen, braucht es wohl auch gar nicht zur Herausbildung einer deutlichen Schichtung zu kommen. Für diese Erklärung spricht einmal die Tatsache, daß dem typischen Plateaulöß am Katzenkopf eine derartige Basalschicht mit höherem Sandgehalt fehlt. Auch in der Literatur ist Sandlöß nirgends als basale Ausbildung von echtem Höhen- (oder Plateau-)löß beschrieben. Anderseits stimmt die gegebene Erklärung auch gut überein mit der Darstellung, die Köppen (**53**, 158 ff.) und auch Soergel (**94**, 41 ff.) von dem Klima vor der scharfen Ausprägung des hochglazialen Trockenklimas geben. Nach beiden Forschern muß sich die allmähliche Herausbildung des hochglazialen Trockenklimas derart vollzogen haben, daß die wenigen starken Regenfälle, welche in großen Zwischenräumen die gesamte Niederschlagsmenge brachten, immer seltener wurden. So hörte allmählich die Oberflächenspülung fast völlig auf, die Anwehung war allein wirksam.

Ebenso wie sich die Herausbildung des glazialen Klimas allmählich vollzog, konnte auch das Ausklingen nicht katastrophal schnell geschehen, wenn es vielleicht auch verhältnismäßig rasch erfolgte (Soergel **93**, 73 ff.). Man hätte also im hangenden Teil der Lößablagerungen als Folge von zunehmender Einschwemmung wieder stärker sandige Ausbildung zu erwarten[18]). Dies zeigen im Arbeitsgebiet z. B. die Profile nordwestlich Spardorf und Herpersdorf Profil III/2 (s. o. S. 31 f. und S. 20). Da dieser hangende, stärker sandige Teil der Lößablagerung fast durchweg verlehmt, in Lößlehm übergeführt ist, neigt man wohl leicht dazu, in diesem höheren Sandgehalt nur die Wirkung einer nachträglichen Umlagerung zu erblicken. Dann müßte der sandige Lößlehm eine Anschwemmung bzw. Anspülung einer Mischung von Sand und ehemals hangaufwärts anstehendem Löß sein. Diese Möglichkeit besteht jedoch wohl nicht, wenn bei verhältnismäßig großer Mächtigkeit des sandigen Lößlehms (z. B. Profil II nordwestlich Spardorf. Schicht 1—3 s. o. S. 32) die Grenze der Lößablagerung schon kaum 100 m hangaufwärts liegt. Die Annahme ist fernerhin unhaltbar, wenn in den sandigen Lößlehm dünne Sandbändchen eingelagert, also Anzeichen ungestörter Lagerung gegeben sind, wie im genannten Profil II nordwestlich von Spardorf[19a]). Es konnten demnach wohl auch in der Zeit des Ausklingens der Lößbildung stärker sandige Löße durch Zusammenwirken von Anwehung und Einschwemmung entstehen. Dagegen sind Sandlöße, die z. B. im Rheinland als horizontaler Übergang von Löß in Flugsand aufzufassen sind (vgl. oben S. 41), im Untersuchungsgebiet nicht angetroffen worden[19]).

Der Kalkgehalt des Löß.

Ein gewisser Gehalt an kohlensaurem Kalk gilt allgemein als Merkmal des Löß (Kayser **41**, 344). Doch ist derselbe stark schwankend, oft von untergeordneter Bedeutung für den Aufbau des Lößgesteins, oft aber auch dessen wichtigster mineralischer Bestandteil. Stadler (**96**, 84 ff.) berichtet von Lößen mit über 50 % $CaCO_3$.

[18]) Entsprechende Verhältnisse gibt Barbour (**117**, 66) für den chinesischen Löß an.

[19]) Die hier angegebene Erklärung für die Bildung sandiger Löße ist jedoch nicht zutreffend für diejenigen Sandlöße des Rheintales, welche nach dem Liegenden zu allmählich in Terrassenablagerungen übergehen. Diese werden wohl durchwegs als Stauwasserabsätze im Anschluß an die Terrassenaufschüttung gedeutet (vgl. Mordziol **67**, 42).

[19a]) vgl. Fig 5, Tafel 2.

Ist die Rede vom Kalkgehalt des Löß, so denkt man dabei wohl in erster Linie an dasjenige Kalziumkarbonat, das gleichmäßig durch das ganze Gestein verteilt ist. Es überzieht in feinen Krusten die Quarz- und Feldspatkörnchen, dieselben fest miteinander verkittend und so die Standfestigkeit des Gesteins bedingend (vgl. v. Richthofen **80**, 56 ff., Deecke **11**, 591 und van Wervecke **109**, 31; dort weitere Angaben). Zuweilen findet es sich auch in Form von Kalzitkriställchen, die nicht selten die röhrchenförmigen Hohlräume auskleiden (v. Richthofen **80**, 57, Schumacher **92**, cit. nach van Wervecke **109**, 31, Koken **54**, 172 ff.).

Der Kalkgehalt des Löß ist nach der Ansicht der meisten Forscher (vgl. van Wervecke **109**, 31 f.) primär, d. h. er war schon im Auswehungsmaterial vorhanden und gelangte mit dem übrigen Lößstaub zur Ablagerung. Nur E. Zimmermann I (**114**, 165) vertritt im Gegensatz zur oben dargelegten Ansicht die Meinung, daß aller Kalk im Löß nicht primär, sondern sekundär sei, d. h. durch aufsteigende Wasserströme aus kalkhaltigem Untergrund in das Lößgestein gefördert worden sei. Aber nirgends ist ein Zusammenhang zwischen Kalkgehalt des Untergrundes und des überlagernden Löß festgestellt worden, und nicht selten liegt Löß auf völlig kalkfreiem Gestein. Dagegen ist selbstverständlich die Natur des Auswehungsmaterials auch von maßgebendem Einfluß auf den Kalkgehalt.

Auch die Erörterung des Raumproblems macht eine Herkunft des Lößkalks aus dem Liegenden unvorstellbar. Wenn ein Löß — was gar nicht selten ist — auch nur 20—30 % $CaCO_3$ enthält, so müßte sich durch solch bedeutende Materialzufuhr seine Porosität stark verringern. Gar 50 % Kalkabscheidung, was einer Verdoppelung des Gewichts entspräche, im angewehten Material unterzubringen, ist völlig undenkbar.

Einen geringen Kalkgehalt kann wohl jeder Löß aufweisen, selbst wenn das Auswehungsmaterial frei ist von Kalziumkarbonat. Das von den Gräsern der Lößsteppe aus dem Löß aufgenommene Ca-Jon muß bei der rückstandlosen Verwesung dieser Pflanzen letzten Endes doch als $CaCO_3$ in den Boden gelangen.

Bei der Diagenese des Löß fiel dem Kalk jedenfalls die Aufgabe zu, durch Verkittung der Quarz- und Feldspatkörnchen das Gestein zu verfestigen. Dies war aber nur möglich, wenn der Kalk durch die Gegenwart von Wasser die Möglichkeit zur Umkristallisation hatte. Das ist auch die Ansicht von Schumacher, Benecke, Cohen und Wahnschaffe-Schucht **92**, **3**, **104**, cit. nach van Wervecke **109**, 31 f.). Die Feuchtigkeit soll dabei nach der Meinung der einen von Regen, nach der der andern (Cohen, van Wervecke) von Wasserbedeckung herrühren. Doch reichte wohl auch die geringe Feuchtigkeitsmenge aus, die nachts gelegentlich als Tau oder Reif (s. o. S. 43) die frische Staubanwehung durchtränkte.

Der kohlensaure Kalk des Löß zeichnet sich demnach durch außerordentliche Labilität, d. h. Wandelbarkeit und Beweglichkeit aus, welche die Ursache zu seiner Ausschaltung bei den petrogenetischen Untersuchungen war (s. o. S. 37). Dieses Verhalten erklärt sich zwanglos aus den chemischen Eigenschaften des Kalziumkarbonats. Selbst in Wasser unlöslich, geht dasselbe unter Aufnahme von Wasser und Kohlendioxyd in wasserlösliches Kalziumbikarbonat über, das seinerseits leicht rückläufig wieder zerfällt. Es besteht demnach folgendes Gleichgewicht:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2.$$

Bei genügend vorhandener Feuchtigkeit verschiebt sich nach dem Massenwirkungsgesetz mit zunehmendem Gehalt des Wassers an CO_2 das Gleichgewicht nach rechts, die Auflösung des Kalziumkarbonats wird gefördert. Dies geschieht, wenn das Bodenwasser CO_2 aufnehmen kann, wenn der Partialdruck des CO_2 der Bodenluft bzw. deren Gehalt an CO_2 ansteigt. Wenn jedoch eine Kalziumbikarbonatlösung durch Verdunstung Wasser oder CO_2 verliert, so wird das chemische Gleichgewicht nach links verschoben, es wird Kalziumkarbonat ausgeschieden (ganz entsprechend der Tropfsteinbildung; vgl. dazu Keßler **47**, 6).

Bei stärkerer Durchfeuchtung des Löß, wie sie ein Klima mit größeren Niederschlagsmengen hervorruft, kann es dann zu beträchtlichen Wanderungen des Kalks

innerhalb der porösen Lößmasse kommen. Das Niederschlagswasser, an sich schon CO_2haltig, sinkt rasch in den Löß ein und wird dort festgehalten. Es bereichert sich aus der durch Verwesungsvorgänge CO_2-reichen Bodenluft mit diesem Gas und löst kohlensauren Kalk auf. Diese Auflösung vollzieht sich, da sie nicht augenblicklich erfolgt, durch die ganze Masse des Gesteins hindurch ziemlich gleichmäßig. Wird dann wiederum Wasser verdunstet oder durch Saugwirkung des Windes der CO_2-Druck der Bodenluft erniedrigt, so wird $CaCO_3$ wieder ausgefällt. Dies geschieht aber nur dort, wo der CO_2-Druck einen gewissen (bestimmbaren) unteren Grenzwert erreicht, also vor allem in den verhältnismäßig größeren Hohlräumen mit gesteigerter Verdunstung. So kommt es zu einer konkretionären Anreicherung des Kalziumkarbonats im Löß. Der kohlensaure Kalk überzieht in feinen Krusten die kleinen Röhrchen, die den Löß durchsetzen. An Stellen mit besonders starker Verdunstung, evtl. bedingt durch kräftige Durchlüftung, bilden sich größere Kalkausscheidungen, die „Lößpuppen" oder „Lößkindel". Diese nuß- bis kopfgroßen, meist fingerlangen, traubigen Gebilde sind häufig innen hohl. Sie bestehen aus mergeligem Kalk, dessen Tongehalt nach innen zunimmt, so daß der Hohlraum zuweilen von einer Tonmergelschicht mit Trocknungsrissen ausgekleidet ist. Für die oben dargelegte Entstehungsweise spricht eine Reihe von Erscheinungen. Man findet Lößkindel und lößkindelartige Kalkknöllchen nicht selten an den Wurzeln rezenter Bäume, wo sie offenbar sogar noch in Bildung begriffen sind (**109**, 32). Nicht weniger selten ist es, daß die Kalkabscheidung Wirbeltierknochen oder Schneckenhäuser umschließt oder auch groben Sand eingebacken enthält (**47**, 4). Auch höckerige, plattenartige Kalkabsonderungen kommen vor (aus anderen Gebieten beschrieben bei Thürach **102,** 50, cit. nach van Wervecke **109**, 32 und Deecke **11,** 593). All diese Erscheinungen sowie auch die Kalkausscheidungen der Profile I, II und V in Herpersdorf (s. o. S. 18 ff.) und Weinzierlein (s. o. S. 17) weisen darauf hin, daß die **Kalkabsonderung immer an Stellen gesteigerter Bewegung der Bodenluft** geschieht. Die Strömungsrichtung der kalkausscheidenden Lösungen ist also nur abhängig von der Lage des Ortes gesteigerter Verdunstung. Sowohl die Beobachtungen im Untersuchungsgebiet (Herpersdorf, Weinzierlein) als auch anderwärts zeigen ja, daß auch absteigende Wasserströme Kalk ausscheiden können oder evtl. den Kalk sogar ganz entführen (z. B. im Profil bei Steudach; s. o. S. 12, vgl. auch van Wervecke **109,** 32, Fußnote 1; Keßler **47,** 4 ff.). In dieser Weise erklärt auch Keßler die Bildung der Lößkindel (**47**, 6; vgl. dazu auch Ramann **72,** 14 ff.).

Die Form der Kalkausscheidungen dürfte allgemein von der Art der Hohlräume abhängig sein, welche die Steigerung der Bodendurchlüftung verursachen. Die Umstände, welche die Abscheidung des Kalkes in der charakteristischen Form der Lößkindel bedingen, sind jedoch noch nicht klargestellt (**47**).

Es strömt demnach der Bildungsstelle der Kalkkonkretion durch die Bodenkapillaren radial von allen Seiten Bodenwasser zu, um dort zu verdunsten, wobei $CaCO_3$ ausgefällt wird. Das Wasser enthält aber neben Kalziumkarbonat auch etwas tonige Substanz in kolloidaler Lösung. Dieses Ton-Sol wird bei stärkerer Anreicherung innerhalb des Mantels von Kalziumkarbonat als Gallerte abgeschieden, die nach dem Eintrocknen die rissige Auskleidung des Lößkindelhohlraumes bildet.

Der kohlensaure Kalk der Lößkindel entstammt nach obiger Darstellung dem primären Kalkgehalt des Löß selbst, denn man findet Lößkindel auch in entkalkten Lößen und Lößlehmen. Ferner enthält in Profil I von Herpersdorf der stärker entkalkte obere Teil der Schicht 4 mehr Lößkindel als der weniger stark entkalkte untere (vgl. o. S. 19).

Die Zeit der Bildung dieser Kalkkonkretionen steht noch nicht fest. Da sie eine wechselnde Durchfeuchtung und Austrocknung voraussetzt, dürfte semiarides Klima für diesen Vorgang das günstigste sein. Die Bildung der Lößkindel kann also schon während der Diagenese des Löß eingesetzt haben (vgl. Walther **106,** 798), hat diese aber jedenfalls lang überdauert. Der Löß kann ja auf Grund seines großen Wasseraufnahmevermögens lange Zeit noch ein semiarides Bodenklima zeigen, wenn auch das Klima der Nachbargesteine, dem Luftklima folgend, längst schon humid geworden

ist (d. h. es wird mehr Niederschlagwasser aufgenommen als verdunstet). Feuchtes Klima mit beträchtlicher chemischer Verwitterung dürfte aber die Kalkausscheidung stark beeinträchtigen, da Verlehmung der oberen Lößpartien den Feuchtigkeitsaustausch sicherlich sehr erschwert.

Die Zahlenwerte des Kalkgehaltes.

Zahlenmäßig ist der Kalkgehalt der Löße unseres Gebietes im Vergleich zu den Lößen anderer Gegenden klein. Selten erreicht er 10 %, nur ausnahmsweise mehr. Zwar berichtet Blanckenhorn von einem Löß mit 22½ % $CaCO_3$ aus Johannistal (**6**, 34), doch handelt es sich hier offenbar um eine lokale Anreicherung. Nur diese Niedrigkeit des Kalkgehalts, welche wohl durch die Kalkarmut des Auswehungsmaterials bedingt ist, machte dessen erfolgreiche Ausschaltung bei den oben dargestellten petrogenetischen Untersuchungen möglich. (Vgl. hierzu die Tabelle S. 38/39.)

Der Fossilinhalt unserer Lößablagerungen.

Nach den gewonnenen Erkenntnissen über die Bildung der Lößablagerungen unserer Heimat war die letztere während der Eiszeit eine kalte Trockensteppe von geradezu wüstenartigem Charakter. Kilometerweit wehte eisiger Nordostwind über kahle Sand- und Staubflächen, nur an besonders windgeschützten Stellen mancher Talgehänge breitete sich, oasengleich, inselartig, eine einigermaßen zusammenhängende, dürftige Pflanzendecke aus. Eine solche Unwirtlichkeit der Gegend bot selbst wenigen und anspruchslosen tierischen Lebewesen nur kärgliche Daseinsbedingungen und setzte der Ausbreitung derselben z. T. schwer überwindbare Schwierigkeiten entgegen. So finden wir in unseren Lößen nichts von dem üppigen Schneckenreichtum, von dem z. B. Stadler (**96**) aus dem Donautal bei Passau oder Kattinger (**39**) aus dem Maintal bei Würzburg berichten. Arm an Zahl und arm an Arten ist die glaziale Schneckenfauna unseres Löß. Mag vielleicht auch eine relative Kalkarmut des Gesteins für diese Erscheinung verantwortlich gemacht werden, vor allem ist die Dürftigkeit der Fauna doch auf die Spärlichkeit der Vegetation zurückzuführen. Keinesfalls hat besonders intensive spätere Auslaugung die eingeschlossenen Schneckenschalen zerstört, denn überall, wo man im primären Löß Konchylien findet, sind sie recht gut erhalten. In erhöhtem Maße ungünstig muß das Klima natürlich für das Fortkommen von Säugetieren gewesen sein. Allerdings mag ja unsere geringe Kenntnis von Säugetierresten im Löß teilweise auch daraus zu erklären sein, daß in unserer Gegend der Ziegeleibetrieb, der ja in erster Linie größere Aufschlüsse schafft, viel weniger zur Ausbeutung diluvialer Lehme gezwungen ist als in vielen andern Gebieten. Die Spardorfer Ziegeleigrube lieferte denn auch die Mehrzahl aller bisher gefundenen Säugetierreste.

Aus dem Arbeitsgebiet sind dem Verfasser bisher bekannt geworden:

An **Löß-Schnecken:**

Succinea oblonga Drap. . . . . häufig
Pupa muscorum L. . . . . „
Helix (Fruticicola) hispida L. . . . . wenig .

Dazu in Weinzierlein die Wasserschnecke:

Limnea truncatula Müll. (s. o. S. 17).

An **Säugetieren:**

Elephas primigenius . . . . in Spardorf (s. o. S. 30)
Rhinoceros tichorhinus . . . „ „
Ursus cfr. spelaeus . . . . „ „
Megaceros sp. . . . . „ „
Cervus sp. . . . . „ „
Rangifer tarandus L. . . . „ „
Bison priscus . . . . . „ „
Equus sp. . . . . „ „ und in Johannistal (s. o. S. 34).

Bedeutung der Fossilführung für die Altersbestimmung des Löß.

Wie schon oben erwähnt (S. 40), ist das glaziale Alter der Lößbildungen so sicher gestellt, daß es an Hand der Ablagerungen des Untersuchungsgebietes nicht mehr eigens erörtert zu werden braucht. Krumbeck glaubte zwar aus einem Vorkommen von Rhinoceros Mercki Jaeg. auf interglaziales Alter wenigstens eines Teiles des Spardorfer Lößes schließen zu müssen (**56**). Die Frage ist aber dadurch hinfällig geworden, daß Krumbeck selbst die Bestimmung jenes Zahnes als Rhinoceros Mercki aufgegeben hat. Der Fund gehört Rhinoceros tichorhinus Fisch. (Rhin. antiquitatis Blumb.) an (s. o. S. 30).

Schwieriger ist die Beurteilung der Frage: Welcher Glazialzeit entstammt unser Löß? Die Säugetierreste des Diluviums sind zwar niemals direkt leitend für eine Eiszeit, aber es erweist sich doch, daß die in Spardorf aufgefundenen während der letzten Vereisung besonders häufig waren (vgl. **42**, 490 f.). Der Umstand, daß infolge ausnehmend ungünstiger Lebensbedingungen im Untersuchungsgebiet (s. o. S. 43) auch von den Konchylien nur die drei häufigsten, d. h. anspruchslosesten, vorkommen, spricht dafür, daß diese Charaktertiere der letzten Eiszeit auch tatsächlich während dieses Abschnittes des Diluviums in den Spardorfer Löß eingebettet wurden.

Von viel größerer stratigraphischer Bedeutung ist die Spardorfer Aurignac-Klinge (s. o. S. 31), die nur würmeiszeitlich sein kann (vgl. Soergel **93**, **146** und Werth **108**, 465 ff.) und damit einen sicheren Anhaltspunkt für das Alter wenigstens des Spardorfer Lößes gibt. (Würm II, vgl. dazu Wagner **124**, 31.)

IV. Die Lößbildungen des Untersuchungsgebietes im Rahmen der Gesamtheit der Diluvialablagerungen.

Überblick über die Diluvialbildungen des Gebietes.

Da nunmehr versucht werden soll, die Lößbildungen des Untersuchungsgebietes im Rahmen der Gesamtheit der Diluvialbildungen zu betrachten, so muß zunächst eine zusammenfassende Darstellung dieser Diluvialbildungen gegeben werden. Eine solche kann jedoch, auch auf Grund aller bis jetzt durchgeführten Untersuchungen, nur als ein Versuch bezeichnet werden.

Die Diluvialablagerungen Frankens gliedern sich in der Hauptsache in Flußabsätze (Terrassen!), lößartige Gesteine, Flugsande und Gehängebildungen. Die für die Diluvialchronologie bedeutungsvollsten Ablagerungen sind die als Terrassen auftretenden Flußaufschüttungen. Die Benennung der Terrassenbildungen ist in vielen Gebieten im Anschluß an die Penck'sche Nomenklatur der alpinen Terrassen geschehen. Im Laufe der Zeit sind aber die Penck'schen Bezeichnungen „Hoch-" und „Niederterrasse" mehr und mehr in stratigraphischem Sinne gebraucht worden. Dies führte zu Schwierigkeiten in der Bezeichnung überall dort, wo eine tatsächliche Gleichalterigkeit mit den gleichbenannten alpinen Terrassen nicht einwandfrei festgestellt werden konnte. Die neuere Terrassenliteratur zieht daher morphologisch begründete Bezeichnungen den früher üblichen vor. So soll auch hier nach dem Vorbilde Mordziols (**67**) und im Anschluß an Dorn (**12—15**) die morphologisch besonders deutlich ausgeprägte Terrasse als „Hauptterrasse" bezeichnet werden[20]). Nachstehende Tabelle stellt eine Parallelisierung der Terrassenbezeichnungen vor, die von den bisherigen Bearbeitern des fränkischen Diluviums angewendet wurden.

[20]) Neuerdings macht auch diese Art der Terrassenbezeichnung Schwierigkeiten. Durch die Parallelisierung der Mordziolschen Rheinterrassengliederung mit der absoluten Gliederung Soergels (vgl. bei Schmidtgen & Wagner **124**, 30/31, Tabelle) erhalten die Mordziolschen Bezeichnungen auch wiederum stratigraphische Bedeutung, so daß ihre Anwendung in Gebieten, wo eine absolute Gliederung noch nicht durchführbar ist, von neuem zu Unklarheiten führt. In solchen Gegenden wird man sich wohl am zweckmäßigsten wieder der einfachen Bezifferung zuwenden, wie sie schon Blanckenhorn benutzt hat.

Dorn	Krumbeck für Rednitz-Rezatgebiet	Neumeister	Blanckenhorn	Stahl
—	Deckenschotter	—	IV. Terrasse	Deckenschotter
Hochterrasse	Hochterrasse	Hochterrasse	III. Terrasse	Hochterrasse
Hauptterrasse	Mittelterrasse	Niederterrasse	II. Terrasse	Nieder(Haupt)terrasse
Nebenterrasse	Niederterrasse	Vorstufe	I. Terrasse (Vorstufe)	Vorterrasse

Eine ausführliche zusammenfassende Behandlung aller Diluvialterrassen haben bisher nur Neumeister (69)[21]) für das Gebiet zwischen Fürth und Bruck und neuerdings Stahl (98) für das Pegnitzgebiet zwischen Nürnberg und Hersbruck gegeben. Legt man ein Ostwestprofil durch das Regnitztal vom Punkt 291 m südlich vom Bahnhof Vach zum Punkt 323 m der Butschleite zwischen Vach und Flexdorf[22]), so kommt man zum Terrassenbild der Abb. 14.

Nach Neumeister (Längsprofil am Schluß der zitierten Arbeit; 69) liegt an dieser Stelle das Keupergrundgebirge ca. 14 m unter dem Alluvium, die Hochterrasse 30 m über demselben. Die Erosion vor Aufschüttung der Hochterrasse erreichte nach

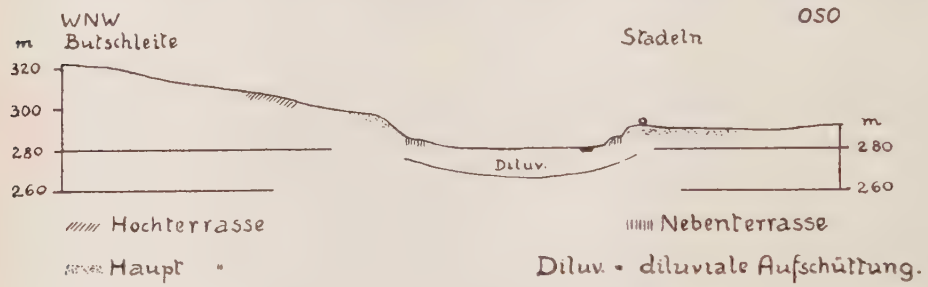


Abb. 14. Profil durch das Regnitztal bei Stadeln.

den vorliegenden Profilen keineswegs solch tiefe Lagen. Vor der Aufschüttung der Hauptterrasse mußte jedoch eine Tiefenerosion von der Oberkante der Hochterrasse bis zum Keuperuntergrund stattgefunden haben, denn das liegende Grundgebirge der Hauptterrasse fällt offenbar stetig bis zur oben genannten Tiefstlage. Demnach muß der Hauptterrassenaufschotterung eine Tiefenerosion von 30 m + 14 m − 44 m vorhergegangen sein. Dann erfolgte eine Aufschotterung bis zum Hauptterrassenrand, der 11,5 m über dem Alluvium liegt, also um 14 m + 11,5 m = 25,5 m. Soweit liegen die Verhältnisse ziemlich sicher. Nach der Aufschüttung der Hauptterrasse hat sich der Fluß wiederum in seine eigenen Ablagerungen eingegraben. Doch hat diese Erosion wohl nirgends mehr das Keupergrundgebirge erreicht, ja sie hat an keiner Stelle die Hauptterrasse völlig entfernt. Seit der Hauptterrassenzeit fließt also die Regnitz in ihren eigenen Aufschüttungen dahin, eine Erscheinung, die auch an mitteldeutschen Flüssen wahrzunehmen ist (Soergel 94, 4 ff.). Doch haben wir für die Tiefenwirkungen späterer Erosionen und die Mächtigkeit der ihnen folgenden Schotteranhäufungen keine sicheren Anhaltspunkte. Die Deutung jener terrassenartigen Verebnungen, die in 1—3 m Erhebung über dem Alluvium als sogenannte „Vorstufe" der Hauptterrasse vorgelagert sind, ist nicht einheitlich. Ein wesentliches Merkmal dieser Ablagerung ist, daß sie immer der Hauptterrasse vorgelagert ist und nirgends unmittelbar

[21]) Die Höhenzahlenwerte der Neumeisterschen Karte sind gegenüber den neuesten Karten (Gradabteilungsblätter 1 : 25 000) sämtlich um 2 Meter zu groß.

[22]) Topographische Karte von Bayern 1 : 25 000; Gradabteilungsblatt Herzogenaurach.

an das Keupergrundgebirge angrenzt. Das Nächstliegende ist wohl, sie als selbständige Terrassenbildung aufzufassen. Das ist die Ansicht Blanckenhorns (**6**: vgl. auch das schematische Profil bei Benner **4**, 6). Auch Dorn (**13**) faßt die Äquivalente dieser Vorterrasse im Schwabachtal (und wohl auch diese Bildung des Regnitztales selbst) als selbständige Terrassen auf. Die gleiche Anschauung hat Stahl (**98**, 159) über die „Vorterrassen" („Teilterrassen") im Pegnitzgebiet, welch letztere dort wesentlich deutlicher ausgeprägt sind als die Nebenterrassen des Regnitztales. Ist diese Annahme richtig, dann bestehen zwei Bildungsmöglichkeiten für die Nebenterrasse.

Entweder: 1. Nach der Hauptterrassenaufschüttung erodierte der Fluß bis zur Nebenterrassenoberkante. Hier kam die Erosion eine Zeitlang zum Stillstand. In diese Erosionsfläche, die bis zum Außenrand der Nebenterrasse reichte, hinein, vertiefte dann der Fluß abermals sein Bett derart, daß die Neben(Erosions)terrasse fast völlig zerstört wurde.

Oder: 2. Nach der Hauptterrassenaufschüttung tiefte der Fluß sein Bett von neuem bis zur Basis der Nebenterrasse ein, dabei allerdings innerhalb seiner früheren Aufschüttungen bleibend. Hier kam wohl nach Stillstand der Erosion zunächst eine Zeitlang Auelehm zur Ablagerung (mehrfache Anzeichen einer Lehmbasis der Nebenterrasse vgl. Neumeister **69**, 57). Dann erfolgte mit gröber werdendem Material die Aufschüttung der Nebenterrasse (Akkumulationsterrasse!). Danach erst grub die Regnitz ihr alluviales Bett in die Nebenterrasse, diese dabei allerdings durch Seitenerosion großenteils zerstörend (vgl. dazu Soergel **94**, 7).

Die Ähnlichkeit des Materials zwischen Haupt- und Nebenterrasse spricht meines Erachtens durchaus nicht gegen die selbständige Terrassennatur der Vorstufe (vgl. Soergel **94**, 9). Neumeister wendet sich gegen die Auffassung der Vorstufe als „Terrasse" (**69**, 43), widerspricht sich aber eben dort meines Erachtens insofern, als er sie mindestens teilweise als „Überreste der letzten diluvialen oder jüngsten alluvialen Akkumulation des sich in der Breite zusammenziehenden und serpentinierenden Regnitzflusses" auffaßt. Einer Akkumulation innerhalb der Hauptterrasse muß aber eine Erosion vorangegangen sein.

Gewiß ist auch die Erklärung der Vorstufe durch Schuttkegelbildung und Verrutschung der Hauptterrasse wohl stellenweise richtig und recht einleuchtend; aber gerade dort, wo Neumeister Rutschung annimmt (**69**, 59), spricht deutliche Schichtung in dünnen horizontalen Lagen doch viel mehr für Flußaufschüttung als für Rutschung. Die stellenweise beobachtete Zweigliederung der Vorstufe (**69**, 57 und 61) würde den von Dorn beschriebenen Verhältnissen im Schwabachtal (**13**) und den von Stahl (**98**) beschriebenen zwei Pegnitz-Vorterrassen recht wohl entsprechen. Besonders in der Nähe von Lauf a. d. Pegnitz sind diese beiden Vorterrassen mit durchschnittlich 3 bzw. 6 m Erhebung über dem Alluvium auf längere Strecken hin so deutlich ausgeprägt, daß ihre selbständige Terrassennatur nicht mehr in Frage gestellt werden kann (**98**, 150). Auch liegt selbst die tiefere dieser Terrassen höher als der Spiegel der häufigen Hochwasser (**98**, 151).

Zusammenfassend kann man demnach wohl sagen, daß die Vorstufe der Hauptsache nach eine selbständige Aufschüttungsterrasse darstellt. Welche der beiden beschriebenen Bildungsmöglichkeiten die wahrscheinlichere sein dürfte, ist schwer zu entscheiden. Beachtenswert ist dabei die Tatsache, daß Hauptterrasse und Alluvium flußabwärts konvergieren.

Oberhalb der Hauptterrasse finden sich noch mehrfach Terrassenbildungen, die schon Blanckenhorn in 2 Stufen (Hochterrasse und Deckenschotter) gegliedert hat. Krumbeck (**57**, 73) hat nun festgestellt, daß sich in der Nähe von Büchenbach bei Erlangen zwischen Hochterrasse und Deckenschotter Blanckenhorns eine weitere Terrasse einschiebt. Wenn dieselbe auch südlich von Büchenbach ausgebildet ist, so entsteht die Frage, ob die Zurechnung aller Terrassenbildungen zwischen Hauptterrasse und Deckenschotter zur Hochterrasse, wie Neumeister sie durchführt, zu Recht besteht. Die Beantwortung dieser Frage dürfte jedoch bei den geringen Höhenunterschieden zwischen den einzelnen Terrassen sehr schwierig sein.

Die Hauptterrasse des Neumeisterschen Untersuchungsgebietes ließ sich westlich und südlich von Fürth bis Schwabach weiterverfolgen, so daß damit der Anschluß an das Krumbecksche Begehungsgebiet (Schwabach - Ellingen, **57,** 71) erreicht ist. Es besteht also die von Krumbeck gegebene oben zitierte Parallelisierung von Regnitz- und Rednitzterrassen zurecht. Die Hauptterrasse steigt in diesem Gebiete allmählich zu den von Krumbeck angegebenen Werten von rund 20 m über das Alluvium an. Ebenso ist die Nebenterrasse (Vorstufe) an mehreren Stellen deutlich ausgeprägt. Auch südlich von Fürth konvergiert demnach die Hauptterrasse mit dem Alluvium.

Regnitzterrassen, Vollgliederung und absolute Zeitrechnung des Diluviums.

Als erster hat Penck eine Gliederung des Diluviums gegeben, indem er jede der Schotterdecken des nördlichen Alpenvorlandes als das Erzeugnis eines Vereisungsvorstoßes, einer Eiszeit, ansah. Die Untersuchungen im alpinen und im norddeutschen Vereisungsgebiet führten zu keiner befriedigend übereinstimmenden Ansicht bezüglich der Zahl der Eiszeiten. In Nordamerika unterscheiden Chamberlin und Salisbury gar 6 Vereisungen. (Köppen & Wegener **53,** 172. Ebenso Geikie für England, vgl. Soergel **95,** 5.) Da wies Soergel (**95,** 5 ff.) darauf hin, daß das Glazialgebiet selbst viel weniger geeignet sei, die Zahl der den Eisvorstößen zugrundeliegenden Klimaänderungen zu erkennen, als das niemals vereist gewesene Periglazialgebiet. Im Gebiet ehemaliger Vergletscherung ist es sowohl möglich, daß sich eine solche Klimaschwankung gar nicht als völliger Eisrückzug bemerkbar machte, als auch, daß die Erzeugnisse eines Eisvorstoßes durch einen anderen Vorstoß wieder zerstört wurden. Soergel suchte daher aus der Terrassengliederung thüringischer Flußtäler eine Gliederung des Diluviums abzuleiten und kam auf Grund des Vorhandenseins von 11 Terrassenstufen zur Annahme von 11 Klimaschwankungen.

Inzwischen hatte Milankovitch (vgl. Köppen & Wegener **53,** 206 ff.) aus den periodischen Schwankungen astronomischer Daten (Perihel, Exzentrizität der Erdbahn und Ekliptikschiefe) die Änderungen der Sonnenbestrahlung verschiedener Breitengrade der Erdkugel im Laufe der letzten 650 000 Jahre errechnet. Nach Köppen und Wegener genügen diese Schwankungen, wenn die Grundursache zur Herausbildung des Diluvialklimas gegeben ist, die Schwankungen dieses Klimas, also den Wechsel zwischen Glazial- und Interglazialzeiten, zu erklären. Die Bestrahlungskurve von Milankovitch macht aber nach Köppen und Wegener die Annahme von 11 Klimaverschlechterungen (Glazialzeiten) notwendig, führt also zum gleichen Ergebnis wie das Soergelsche geologisch begründete Diluvialsystem (**95**). Interessant ist, daß diese 11 Klimaschwankungen sich in 4 Gruppen zusammenfassen lassen, deren zeitlicher Abstand mit den Penckschen Schätzungen und der Penckschen Viergliederung des Diluviums gut übereinstimmt (**53,** 160).

Beachtenswert ist ferner, daß in seiner etwa gleichzeitig (1926) erschienenen Arbeit über die Terrassen des Neuwieder Beckens Mordziol (**67**) bei der Gliederung der Taltreppe des Rheins ebenfalls 10—11[23]) Terrassenstufen beschreibt. Eine vollständige Parallelisierung zwischen den Rheinterrassen und den thüringischen Terrassen ist jedoch wohl noch nicht durchgeführt, während die jüngeren Terrassen des Rheingebietes ebenfalls bereits bestimmten Vereisungsvorstößen zugeordnet werden (vgl. Wagner in **124**)[24]).

[23]) Eventuell zwei Niederterrassenstufen (**67,** 28).

[24]) Weiterhin wurde die Übereinstimmung zwischen Strahlungskurve und Diluvialablagerungen festgestellt von Grahmann (**122**) für Sachsen, von Eberl (**119**) für das Lech- und von Knauer (**123**) für das Isargebiet.

Im Gebiet der mitteldeutschen Gebirgsschwelle ist infolge diluvialer Hebung das Gesamtausmaß der diluvialen Erosion sehr beträchtlich (am Rhein über 250 m). Dadurch werden die Abstände zwischen den einzelnen Terrassen groß genug, daß die Gliederung der Diluvialbildungen leicht und sicher erkennbar ist. Wesentlich schwieriger sind, wie oben schon angedeutet, die Wirkungen der diluvialen Klimaschwankungen, die auf Grund ihres regionalen Charakters unser Gebiet in gleicher Weise betroffen haben müssen, im Flußgebiet der Regnitz zu erkennen, denn hier macht die gesamte Tieferlegung des Talbodens während des Diluviums kaum 50 m aus. Es ist recht wohl denkbar, daß hier zwei nur durch eine kurze Interstadialzeit getrennte Klimaverschlechterungen gar nicht zur Ausbildung zweier getrennter Terrassenstufen führten. Immerhin haben ja auch hier die genaueren Untersuchungen der letzten Jahrzehnte zur Erkennung von 6 (7) Talstufen geführt:

2 Nebenterrassen,
Hauptterrasse,
Hochterrasse,
Büchenbacher Terrasse,
1 (—2) Deckenschotter (vgl. Krumbeck **57**, 72 und Schmidtill **89**, 66 ff.).

Soergel hat weiterhin mit großer Vorsicht versucht, Dauer und Wirkung der einzelnen diluvialen Erosionszeiten zueinander in Beziehung zu setzen und hat dabei für das Werra- und Ilmtal recht befriedigende Ergebnisse erhalten (**95**, 80 ff.).

Betrachtet man in entsprechender Weise im Untersuchungsgebiet die weitaus größte Wirkung einer Erosionsphase als die Wirkung der längsten Interglazialzeit, so erhält man daraus — wenn auch mit großer Unsicherheit — Anhaltspunkte für eine mögliche Eingliederung unserer Diluvialablagerungen in die Diluvialchronologie. Dann müßte die starke Eintiefung zwischen Ablagerung der Hochterrasse und Aufschüttung der Hauptterrasse in dem ungewöhnlich langen Mindel/Riss-Interglazial erfolgt sein. Die besonders mächtige Hauptterrassenaufschotterung wäre dann als Erzeugnis der besonders scharf ausgeprägten Rißeiszeit[25]) anzusehen, während die beiden Vorstufen stratigraphisch als „Niederterrassen", d. h. als Bildungen der Würmeiszeit zu gelten hätten. Sie wären dann im Sinne Mordziols und W. Wagners als „Niederterrasse" und „Talwegterrasse" zu benennen. Zur gleichen stratigraphischen Zuordnung der untersten Stufen der Regnitztaltreppe kommt man, wenn man nach dem Vorbilde Wagners die tiefste selbständige diluviale Terrassenbildung als „Niederterrasse", die nächste als „Talwegterrasse" und die sich anschließende als „Hochterrasse" auffaßt (**124**, 7).

In der Hochterrasse Neumeisters und den höheren Schotterablagerungen hätte man dann die Äquivalente der altdiluvialen Vereisungen zu sehen.

Gliederung und Alter der Lößbildungen.

Die Hauptmasse des rheinischen Löß ist eine in bezug auf Erhaltungszustand, Verbreitung, Lagerungsweise und morphologische Bedeutung einheitliche Ablagerung, welche Mordziol **67**, 46) als „Hauptlöß" den an Menge und Verbreitung zurücktretenden, stark verlehmten und wesentlich älteren „Frühlößen" gegenüberstellt. Der Hauptlöß ist das Erzeugnis der Würmeiszeitgruppe und ist nicht selten zweistufig. Mordziol nennt die beiden Stufen im Anschluß an die Straßburger Geologen „jüngeren" und „älteren" Löß, während Soergel die beiden Stufen des würmeiszeitlichen Löß als „jüngeren Löß I und II" bezeichnet. Den Frühlößen Mordziols entsprechen also die „älteren" Löße Soergels.

[25]) Maximalvergletscherung; stratigraphische „Hochterrasse" nach Penckscher Nomenklatur; „Zwischenterrasse" oder „Talhangterrasse" im Sinne Mordziols; „Hochterrasse" auch im Sinne Steinmanns — vgl. Mordziol (**67**, Tab. I) — und W. Wagners.

Die für das Rheingebiet beschriebenen Erscheinungen können wir in gleicher Weise in unserem Arbeitsgebiet feststellen. Ein nicht selten (Herpersdorf, Spardorf, Forth, Weißenohe) zweistufiger Hauptlöß, dessen beide Stufen in bezug auf den Erhaltungszustand (Färbung, Grad der Tonbildung) weitgehend übereinstimmen, tritt gegenüber älteren Lößbildungen so stark in den Vordergrund, daß letztere kaum irgendwie in der Landschaft zur Geltung kommen. Sie sind der flächenhaften Abtragung schon in interglazialen Abtragungszeiten fast völlig zum Opfer gefallen. Diese geringen Reste der Frühlöße (von Steudach und Wilhermsdorf) sind vollständig entkalkt und stark verlehmt. Auf der Taltreppe der Regnitz reichen sie nirgends bis zur Hauptterrasse herab.

Nach der weitgehenden Übereinstimmung in bezug auf Erhaltung, Gliederung, Verbreitung und Lagerungsweise werden wir wohl nicht fehlgehen, wenn wir den Hauptlöß unseres Gebietes als Äquivalent des rheinischen Hauptlöß betrachten und ebenfalls als jüngeren Löß I und II im Sinne Soergels auffassen. Wenn am Fuß eines Gehänges eine Schuttlage die beiden Lößstufen trennt, so spricht das durchaus nicht gegen das gemeinsame würmeiszeitliche Alter der beiden Ablagerungen.

Auch die im Löß enthaltenen Lebensspuren sprechen, soweit sie überhaupt zu stratigraphischen Festlegungen herangezogen werden können (s. o. S. 49), für würmeiszeitliches Alter dieser Lößbildungen.

So kommt man für die Löße in gleicher Weise wie für die Terrassen (s. o. S. 53) auf zwei verschiedenen Wegen zur gleichen Alterseinstufung. Doch stellen die eben dargelegten Parallelisierungsversuche nichts anderes dar als eine Betrachtung der Diluvialablagerungen des Untersuchungsgebietes im Lichte der neuesten Ergebnisse der Diluvialgeologie. Bis diese Mutmaßungen als erwiesen gelten können, bedarf es noch harter Einzelarbeit, bis vielleicht einmal das Maintal hinunter oder eventuell auch hinauf, gegen den Thüringer Wald zu, ein Anschluß an die rheinischen und mitteldeutschen Terrassensysteme gefunden werden kann.

Löße und Terrassen.

Sucht man aus den Lagerungsbeziehungen zwischen Lößen und Schottern auf Altersbeziehungen zwischen diesen beiden Ablagerungen zu schließen, so gerät man bald in erhebliche Schwierigkeiten. Das Vorkommen kälteliebender Tierformen im Löß sowie petrogenetisch-klimatologische Überlegungen waren es, durch welche Soergel die Lehrmeinung von der hochglazialen Entstehung des Löß zum Siege führte. Die schon von Keilhack (44) zusammenfassend hervorgehobene Tatsache, daß ein Löß die Schotter- bzw. Sanderdecke, aus welcher er ausgeweht wurde, nicht überlagert, hat die Soergelsche Ansicht kräftig unterstützt. Als man dazu überging, auch die fluvioglazialen Aufschüttungen der nicht vereisten Gebiete als sich stets regenerierende Lößauswehungsflächen zu betrachten, lag es nahe, zwischen diesen Flußaufschüttungen und den aus ihnen ausgewehten Lößen die gleichen Lagerungsbeziehungen anzunehmen wie zwischen Glazialschotter und jeweiligem Löß. So entstand in weiten Kreisen die Ansicht, daß äolischer Löß auf der Niederterrasse fehle und fehlen müsse (vgl. Mordziol 67, 48). Dies stimmte aber des öfteren nicht mit den Beobachtungen überein, sodaß sogar zuweilen deren Richtigkeit angezweifelt wurde. Schumacher berichtet schon 1883 von Löß auf der Niederterrasse der Breusch (cit. bei Wagner 124, 8; Mordziol von der Überlagerung der 2. (Talweg-)Terrasse durch 2 Lösse, wobei der ältere allerdings als Flußlöß nach dem Liegenden in die Terrassenablagerung übergeht 67, 36 ff.). Wagner zeigt, daß bei Wallertheim (Rheinhessen, 124, 7) die Niederterrasse des Wiesbaches bis zu 7 m von zumeist äolischem Löß überlagert ist. Daraus folgt aber: Selbst wenn Lößbildung und Flußaufschüttung während des gleichen Vereisungsvorstoßes stattfanden, hat die Lößanwehung nicht selten die Flußaufschüttung überdauert. Ob die Ursachen zu dieser Erscheinung allgemein und regional-klimatisch sind, oder ob die Flußaufschüttung durch lokale tektonische Veränderungen zum Stillstand kam, ist bisher noch nicht einwandfrei festgestellt worden. Doch ergeben sich aus diesen Beobachtungen folgende Erkenntnisse:

1. Wird eine eben aufgeschüttete Flußterrasse in derselben Eiszeitphase mächtig mit Löß bedeckt, so muß das Auswehungsgebiet weit über diese junge Aufschüttung hinausgehen und ältere Ablagerungen umschließen (so, wie das für das Untersuchungsgebiet im einzelnen nachgewiesen wurde).
2. Eine Terrasse und ein sie bedeckender Löß können derselben Vorstoßphase angehören; die lößbedeckte Flußterrasse braucht also nicht eine Eiszeit älter zu sein als die Lößdecke, wie man bisher vielfach annahm.

Löß und Flugsande.

Eine flächenhaft wesentlich größere Verbreitung als der Löß haben in Mittelfranken die Flugsande (vgl. die zusammenfassende Darstellung bei Stahl **98**, 166 ff.). Sie sind bisher vor allem im Gebiet östlich der Regnitz bekannt geworden, wo sie durch Verwitterung der Keupersandsteine entstanden sind. Den Hauptanteil lieferten wohl der Burgsandstein und auch der Rhätsandstein, da diese beiden Gesteine besonders arm sind an salzsäurelöslichen Bestandteilen, also an Bindemitteln[26]). Diese Keupersandstein-Verwitterungsprodukte enthalten also immer nur sehr geringe Mengen von Material, das eine Wiederverfestigung der Flugsande bewirken könnte. Die Windsichtung trägt dann abermals zu einer Verringerung jener Bestandteile bei.

Flugsandbildung hat zweifellos auch zur Zeit der Lößbildung stattgefunden und man geht vielleicht nicht fehl, wenn man in dem Löß z. T. windgesichtetes Feinmaterial der Flugsande erblickt. Doch ist ein allmählicher Übergang von Flugsand in Löß, wie er am Rhein festgestellt werden konnte (s. o. S. 41), in Franken bisher nirgends beobachtet worden.

Die Anhäufung der Verwitterungssande zu wandernden Dünen mag auch insofern von Bedeutung sein, als durch sie an immer wieder neuen Stellen anstehendes Gestein entblößt und der Verwitterung zugänglich gemacht wurde. Bei zunehmender Feuchtigkeit und Wärme wurden dann die Flugsandfelder von einer anspruchslosen Flora besiedelt. Wurde aber das Klima nur wenig trockener, so war auf dem nahrungsarmen Flugsand selbst für diese Pflanzendecke das Fortkommen unmöglich. Soweit nicht ortsteinartige Bildungen den Sand festgelegt hatten, zerfiel er wieder in lockeren Boden, von neuem zur Umlagerung durch den Wind befähigt.

Ganz anders der Löß. Er ist infolge seines beträchtlichen Wasserhaltungsvermögens und seines Reichtums an Pflanzennährstoffen wohl wie kaum ein anderes Gestein befähigt, seine Pflanzendecke zu erhalten. Er wird einer erneuten äolischen Umlagerung nicht leicht wieder zugänglich.

Im Gegensatz zum Löß kann daher beim Flugsand die Bildung der Ablagerungsform, z. B. einer Düne, viel später erfolgt sein, als sich die Entstehung des Flugsandmaterials durch Verwitterung vollzogen hat. Demnach besteht durchaus kein Widerspruch darin, daß der Löß in der Hauptsache durch Winde mit östlicher Komponente entstanden sein soll (s. o. S. 44), während die Flugsandbildungen Ort und Form ihrer heutigen Ablagerung zweifellos westlichen Winden verdanken. Die letzte Umlagerung von Flugsanden erfolgte offenbar unter ganz anderen klimatischen Bedingungen als die Lößbildung. Sie ist jedenfalls jünger als letztere, denn in Heroldsberg wurde der Flugsand über alle anderen Diluvialablagerungen (Löß, Gehängeschutt, s. o. S. 36 und Dorn **15**, 55) hinaufgeweht. Mutmaßlich verdanken die Flugsandbildungen ihre derzeitige Form einer postglazialen Trockenzeit (vgl. dazu Gradmann **21**). Doch soll hier nicht etwa in Abrede gestellt werden, daß auch während eines postglazialen Klimaoptimums Flugsandmaterial durch Verwitterung entstehen konnte.

[26]) Nach Lechler (**60**) enthält Schilfsandstein 72,3 Prozent, Blasen- (unterer Semionotus-) sandstein 87,6 Prozent, dagegen Burgsandstein 97,2 Prozent, Rhätoliassandstein 96,9 Prozent in Salzsäure unlösliche Bestandteile.

V. Anhang.

Durchführung der schlämmanalytischen Untersuchungen.

I. Das Schlämmverfahren.

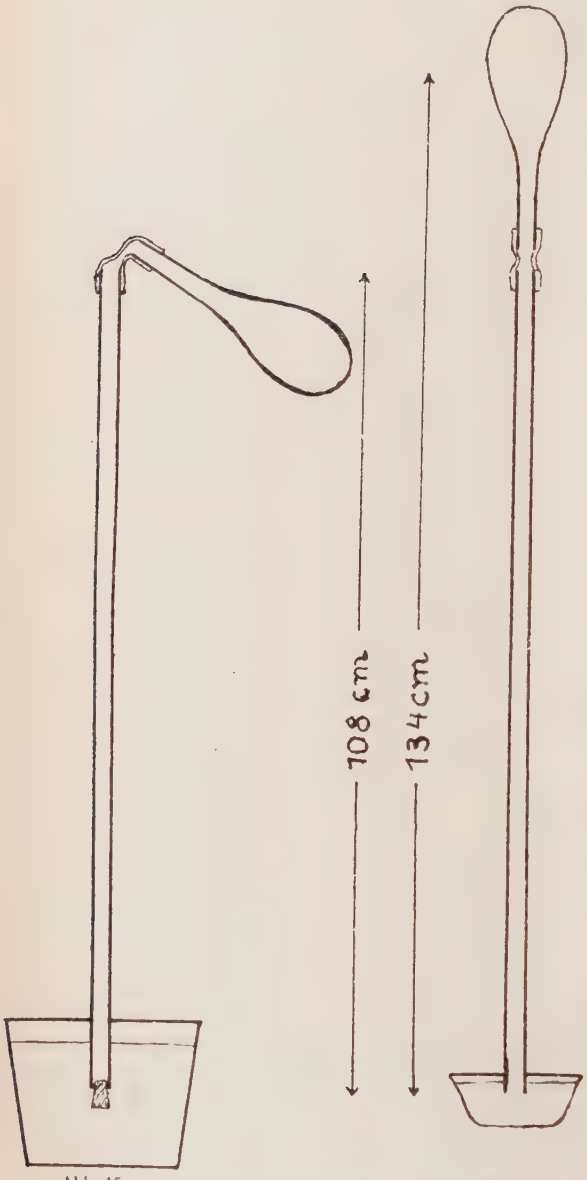


Abb. 15a. Abb. 15b.

Die Schlämmanalysen wurden ausgeführt nach einem Verfahren, das mit Hilfe des Clausenschen Schlämmapparates (s. Keilhack **43**, 180) eine recht genaue quantitative Trennung der einzelnen Korngrößenfraktionen durchzuführen gestattet. Der Methode liegt folgendes Prinzip zugrunde:

Die einzelnen Bodenteilchen brauchen zum Durchfallen des gesamten Schlämmraumes eine gewisse Zeit, welche eine Funktion ihres hydraulischen Wertes (s. o. S. 37) ist. Man braucht also nur die niederfallenden Teilchen innerhalb bestimmter Zeitintervalle, welche durch Eichung des Apparates festgelegt werden, getrennt aufzufangen. Dabei ist die Sonderung um so genauer, je größer die zu durchfallende Höhe gewählt wird.

Der verwendete Apparat besteht aus 2 Teilen: einem langhalsigen, 200 ccm fassenden Kolben, und einem 108 cm langen, gleichweiten Glasrohr von 14 mm lichter Weite. Beide Teile werden durch ein Stückchen Gummischlauch so verbunden, daß die Ränder des Kolbenhalses und der Glasröhre ca. 2½ cm voneinander entfernt bleiben.

Die überaus einfache, praktische Ausführung einer Schlämmanalyse geschieht folgendermaßen: Man verschließt die untere Öffnung des senkrecht aufgestellten Rohres, das oben den Verbindungschlauch trägt, mit einem Stopfen und taucht sie in ein wassergefülltes Gefäß. Alsdann beschickt man den Kolben mit der abgewogenen Probe (ca. 10 g), füllt sowohl Kolben als Rohr bis obenan mit Wasser und schüttelt den Kolben kräftig um. Hierauf verbindet man Rohr und Kolben, welch letzterer in schräg aufwärts geneigter Stellung verbleiben muß, damit noch nichts von dem

Schlämmgut ins Fallrohr gelangt (vgl. Abb. 15a). Nachdem man nun unter Wasser den Stopfen vom unteren Ende der Röhre entfernt und die Öffnung mit dem Finger verschlossen hat, ersetzt man das untergestellte Gefäß durch eine kleine, gewogene, wassergefüllte Porzellanschale. Der Wassersäule des Apparates wird dabei durch den Luftdruck das Gleichgewicht gehalten. Durch seitliches Hin- und Herschwenken und Drehen des Kolbens wird nunmehr das Schlämmaterial nochmals gründlich aufgewirbelt und der Kolben dann im Zeitpunkt t_0 0 Sek. in senkrechte Stellung über das Rohr gebracht (vgl. Abb. 15b). Nach einer bestimmten Zeit t_1 verschließt man die untere Öffnung des Rohres mit dem Finger und ersetzt die Porzellanschale durch eine andere. Den gleichen Schalenwechsel führt man zur Abtrennung der weiteren Fraktionen nach den Zeiten t_2, t_3 und t_4 aus. Die Schälchen läßt man jeweils kurze Zeit stehen, dekantiert, trocknet auf dem Sandbad ein und wiegt. Der Gehalt an kleinsten Teilchen (bei unseren Untersuchungen unter 0,01 mm) wird als Differenz bestimmt.

II. Eichung des Apparates.

Bevor der Apparat in Betrieb genommen werden kann, muß er geeicht werden. Zu diesem Zweck beschickt man den Kolben mit Material, das möglichst alle Korngrößengruppen enthält (z. B. eine Mischung von Sand und Löß). Man schlämmt und wechselt dabei die Schalen in möglichst kurzen Zeitabständen. Die durchschnittliche Korngröße rundlicher Quarzkörner in den einzelnen Fraktionen, die ja den hydraulischen Wert bestimmt (s. o. S. 37), wird mit Hilfe eines Mikroskopes mit Okularmikrometer bestimmt. Trägt man Fallzeit und Korngröße bzw. hydraulischen Wert für mehrere solcher Versuchsreihen graphisch auf, so erhält man eine Eichkurve, aus welcher die zu bestimmten Korngrößen gehörigen Fallzeiten entnommen werden können.

Bei dem verwendeten Apparat mit 134 cm Gesamtfallhöhe sind ausgeschieden alle Teilchen

über 0,5 mm	(Fraktion	I)	nach 27	Sek.	(t_1)
0,5 —0,1 „	(„	II)	„ 175	„	(t_2)
0,1 —0,05 „	(„	III)	„ 6	Min.	(t_3)
0,05—0,01 „	(„	IV)	„ 70	„	(t_4)

vom Beginn des Versuches an gerechnet.

III. Vorbereitung des Materials zur Schlämmanalyse.

Vor dem Wiegen wurde das zu untersuchende Material im Mörser vorsichtig zerdrückt. Nach dem Wiegen wurde es durch mehrstündiges Stehenlassen mit etwa 1-prozentiger kalter Salzsäure entkalkt, wobei nach Hissink (vgl. Wahnschaffe-Schucht **105,** 20) außer den Karbonaten so gut wie nichts gelöst wird. Nach dem Entkalken wurde nun jede Probe mehrmals (3- bis 5mal) mit Wasser übergossen, stehen gelassen und dekantiert, um möglichst wenig Elektrolyte in den Schlämmapparat zu bringen, weil diese den normalen Sedimentationsverlauf durch Beschleunigung der Sedimentation und Zusammenflocken der feinsten Teilchen stören würden (vgl. dazu Wiegner **110** und **111,** 13 ff.). Jede Probe wurde hierauf mit Wasser etwa eine Stunde gekocht und der Abkühlung überlassen. Die Temperatur des zum Schlämmen verwendeten Wassers soll nur ganz wenig schwanken **(110).**

VI. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Zahl der Lößvorkommen ist in Mittelfranken zwar klein, aber doch größer als bisher bekannt war. Der Löß bedeckt wie anderwärts vorzugsweise die flachen westlichen Hänge nord-südlicher Täler. Auch die Hauptterrasse des Regnitztales trägt stellenweise Löß. Nicht selten sind 2 Stufen der Lößablagerung zu unterscheiden.

Die schlämmanalytische Untersuchung der Lößproben führte zu der Erkenntnis, daß der mittelfränkische Löß aus den Eluvialprodukten der in nächster Nähe seiner Ablagerung anstehenden Gesteine durch jedenfalls östliche Winde ausgeblasen wurde.

Mittelfranken war also während der Lößbildungszeit in der Hauptsache Löß-auswehungsgebiet, d. h. großenteils vegetationslos. Daraus ist die auffallende Armut an tierischen und menschlichen Lebensspuren aus der Eiszeit leicht erklärlich.

Wenngleich die zur Darstellung gebrachte stratigraphische Eingliederung der diluvialen Bildungen Mittelfrankens hiermit noch nicht als sichergestellt gelten kann, so führen interessanterweise petrographische, geologische und paläontologisch-anthropologische Betrachtungen (Gliederung der Taltreppe und Erosionseffekt der Regnitz, Erhaltungszustand der Löße, Fossilinhalt und Aurignac-Artefakt des Spardorfer Löß) unabhängig voneinander zur gleichen Deutung der stratigraphischen Stellung der Diluvialablagerungen des Arbeitsgebietes.

Zur Durchführung der schlämmanalytischen Untersuchungen wurde eine neue quantitative Methode ausgearbeitet, die sich durch Einfachheit der Apparatur und des Verfahrens auszeichnet.

VII. Schriftennachweis.

1. Andrae, A., u. Osann, A.: Löß und Lößlehm bei Heidelberg. Mitteilungen der Großherzogl. bad. geol. Landesanstalt. II. Bd. 1893.
2. Anger, H., u. Witschell, L.: „Die Lößtheorie von L. S. Berg." Petermanns Mitteilungen, Gotha 1929.
3. Benecke, E. W., u. Cohen, E.: Geogn. Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. Heft 3. Straßburg 1881.
4. Benner, H.: Beiträge zur Geologie und Agronomie des Schwabachtales bei Erlangen. Lehesten 1898.
5. Bettinghaus, A.: Geogn. Beschreibung des Rathsberger Höhenzuges. Erlangen 1896.
6. Blanckenhorn, M.: Das Diluvium der Umgebung von Erlangen. Sitzungsber. der Phys.-med. Societät Erlangen 1895.
7. Blanckenhorn, M.: Erläuterungen zur geol. Karte d. Königr. Bayern 1:25 000. Blatt Ostheim.
8. Brause, G.: Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des Fränkischen Jura. Sitzungsberichte der Phys.-med. Societät Erlangen 1910.
9. Breddin, H.: Löß, Flugsand und Terrassen am Niederrhein. Geologische Rundschau 1927.
10. Brunhuber, A.: Die geologischen Verhältnisse um Regensburg. Berichte des Naturwissensch. Vereins zu Regensburg. XV. Heft. 2. Aufl. 1921.
11. Deecke, W.: Geologie von Baden. II. Teil.
12. Dorn, P.: Erläuterungen zur geol. Spezialkarte von Bayern 1:25000. Blatt Gräfenberg. München 1928.
13. Dorn, P.: Desgl. Blatt Erlangen/Süd. München 1930.
14. Dorn, P.: Geologischer Exkursionsführer durch die Frankenalb. Band I. Nürnberg 1928.
15. Dorn, P.: Desgl. Band II. Erlangen 1929.
16. Fickenscher, Kr.: Geol. Verhältnisse und Entstehungsgeschichte der Landschaft um Nürnberg. I. Bändchen. Nürnberg 1924.
17. Fleischer, M.: Die Bodenkunde. Berlin 1922.
18. Ganssen, R.: Die klimatischen Bodenbildungen der Tonerdesilikate. Mitteilungen aus den Laboratorien d. Preuß. geol. Landesanstalt. 1922. Heft 4.
19. Ganssen, R.: Die Entstehung und Herkunft des Löß. Ebendort 1922. Heft 4.
20. Geyer, D.: Die Mollusken des Schwäbischen Löß. Jahreshefte des Ver. für vaterländ. Naturkunde in Württemberg 1917.
21. Gradmann, R.: Die postglacialen Klimaschwankungen Mitteleuropas. Hettners Geographische Zeitschrift 1924.
22. Grahmann, R.: Zum Vortrag v. Herrn Dr. Breddin „Löß, Flugsand . . . ." Geol. Rundschau 1927.
23. Grupe, O.: Über jüngeren und älteren Löß im Flußgebiet der Weser. Jahrb. der Preuß. geol. Landesanstalt 1916.
24. Grupe, O.: Tal- und Terrassenbildung im Gebiet der Werra-Fulda-Weser u. Soergels „Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters." Geol. Rundschau 1926.
25. Gümbel, C. W. v.: Erläuterungen zur geogn. Karte des Kgr. Bayern 1:100 000 Blatt Ansbach.
26. Gümbel, C. W. v.: Desgl. Blatt Bamberg. 1887.
27. Gümbel, C. W. v.: Geogn. Beschreibung der Fränkischen Alb. Kassel 1891.
28. Gutzwiller, A.: Der Löß, mit bes. Berücksichtigung seines Vorkommens bei Basel. Wissenschaftl. Beilage zum Bericht der Realschule zu Basel. Basel 1894.
29. Harrassowitz, H.: Entstehung der oberrheinischen Bauxite und ihre geol. Bedeutung. Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. 1921.
30. Heim, A.: Geologie der Schweiz. Bd. I. Leipzig 1919.
31. Heller, Fl.: Wasserschnecken im Löß. Zeitschr. „Fränk. Heimat" 1925, Heft 6.

32. Hellmann, G.: Klimaatlas von Deutschland. Berlin 1921.

33. Henkel, L.: Zur Morphologie der Flußläufe. Geol. Rundschau XVII (1926).

34. Herion, Hch.: Die Lößlandschaft am Kaiserstuhl. Diss. Freiburg i. Br. 1921. Referat im Neuen Jahrb. f. Mineralogie usw. 1923. Bd. II.

35. Heßle, E. Th.: Chemische Untersuchungen über rheinischen Löß. Diss. Freiburg i. Br. 1921. Ref. im Neuen Jahrb. f. Min. usw. 1923. Bd. II.

36. Hornung, W.: Die Diluvial- u. Alluvialablagerungen des Rednitztales nördlich von Erlangen. Erlangen 1899.

37. Hummel, F.: Geol.-agronom. Studien im Bereich des westlichen Ufers der Regnitz bei Erlangen. Erlangen 1897.

38. Kanter, H.: Der Löß in China. Mitteilungen der Geogr. Gesellschaft in Hamburg. 1922.

39. Kattinger, E.: Löß und Lößfauna. Manuskript, Würzburg 1925.

40. Kaul, H.: Geolog.-chemische Studien über die Ton- u. Lehmvorkommen um Nürnberg. Nürnberg 1899.

41. Kayser, E.: Lehrbuch der Geologie. Bd. I. Stuttgart 1921.

42. Kayser, E.: Abriß der Geologie. Stuttgart 1922.

43. Keilhack, K.: Lehrbuch der praktischen Geologie Bd. II. 1917.

44. Keilhack, K.: Die Nordgrenze des Löß und ihre Beziehungen zum norddeutschen Diluvium. Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1918. Monatsber.

45. Keilhack, K.: Die Rätsel der Lößbildung. Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1920.

46. Keßler, P.: Das eiszeitliche Klima und seine Wirkungen im nichtvereisten Gebiete. Stuttgart 1925.

47. Keßler, P.: Zur Kenntnis der Entstehungsbedingungen der Lößkindel. Internat. Mitteilungen für Bodenkunde. XIV. Bd. 1924.

48. Koehne, W.: Zusammenstellung der geolog. Literatur über die Erlanger Gegend. Sitzungsber. der Phys.-med. Societät Elangen. 1905.

49. Koehne, W.: Die Gesteine der Lößgruppe in Oberbayern. Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1921.

50. Koehne, W., u. Niklas, H.: Erläuterungen z. geol. Karte d. Kgr. Bayern 1:25 000. Blatt Ampfing.

51. Koehne, W., u. Niklas, H.: Desgl. Blatt Baierbrunn.

52. Koehne, W., u. Niklas, H.: Desgl. Blatt Gauting.

53. Köppen, W., u. Wegener, A.: Die Klimate der geolog. Vorzeit. Berlin 1924.

54. Koken, E.: Löß und Lehm in Schwaben. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. II. Bd. 1900.

55. Kraus, E.: Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen. Geogn. Jahreshefte 1915.

56. Krumbeck, L.: Über einen Zahn von Rhinozeros aus dem Diluvium von Spardorf bei Erlangen. Sitzungsber. d. Phys.-med. Societät Erlangen. Bd. 48. 1916.

57. Krumbeck, L.: Zur Kenntnis der alten Schotter des nordbayerischen Deckgebirges. Geolog. u. paläontol. Abhandlungen. Bd. 15/3. 1927.

58. Lang, R.: Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. Stuttgart 1920.

59. Lauterborn, R.: Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. Sitzungsber. d. Heidelberg. Akademie der Wissensch. Mathem.-naturwissensch. Klasse 1917/5.

60. Lechler, M.: Die chemischen und hydrographischen Verhältnisse der fränkischen Keuperformation. Erlangen 1892.

61. Lepsius, G. R.: Notizen zur Geologie von Deutschland. Notizblatt des Vereins für Erdkunde, Darmstadt 1909.

62. Linstow, O. v.: Das Alter des Löß am Niederrhein und von Köthen-Magdeburg. Jahrb. d. Preuß. geolog. Landesanstalt 1910.

63. Lissack, A.: Die geogn. Verhältnisse der Umgebung von Kalchreuth und Eschenau. Erlangen 1894.

64. Meigen, W., u. Schering, H. G.: Chemische Untersuchungen über Löß und Lehm aus der oberrheinischen Tiefebene. Mitteilungen der Großherzogl. bad. geol. Landesanstalt. 7. Bd. 1914.

65. Merzbacher, G.: Die Frage der Entstehung des Löß. Petermanns Mitteilungen 1913.

66. Meyer, G.: Klimazonen der Verwitterung. Geolog. Rundschau 1916.

67. Mordziol, C.: Flußterrassen und Löße am Niederrhein. Naturwissenschaftl. Verein Koblenz. Festschrift. Koblenz 1926.

68. Münichsdörfer, Fr.: Der Löß als Bodenbildung. Geol. Rundschau 1926.

69. Neumeister, P.: Die Alluvial- und Diluvialablagerungen südlich von Erlangen. Bamberg 1905.

70. Philippson, A.: Allgemeine Geographie II, 2. Leipzig 1924.

71. Quaas, A.: Löß und lößähnliche Bildungen am Niederrhein. Neues Jahrb. f. Mineralogie usw. 44. Beilagenband 1920.

72. Ramann, E.: Bodenbildung und Bodeneinteilung. Berlin 1918.

73. Range, P.: Geologie der Küstenebene Palästinas. Zeitschr. der Deutschen geolog. Gesellsch. 1921. Monatsber.

74. Reis, O. M.: Einzelheiten über Gesteinsarten, Schichtung und Aufbau des niederbayer. Tertiärs rechts der Isar. Geogn. Jahreshefte 1918.

75. Reis, O. M.: Über einzelne Beobachtungen im Diluvium der Umgegend von München. Geognostische Jahreshefte 1921.

76. Reis, O. M.: Über Böden, Gesteine, Schichtfolgen und Gebirgsbau der östlichen Hälfte des Blattes Speyer. Geogn. Jahreshefte 1923.

77. Reis, O. M.: Über das Lößprofil und einen altsteinzeitlichen Fund im Löß bei Haßfurt. Geogn. Jahreshefte 1925.

78. Reis, O. M.: Beobachtungen über Dünensande, Sandlöß und Windschliffe in Franken. Geogn. Jahreshefte 1927.

79. Reuter, L.: In Schusters „Abriß der Geologie von Bayern rechts des Rheins. Abtlg. IV." München 1927.

80. Richthofen, Frhr. v.: China. Bd. I. Berlin 1877.

81. Rinne, F.: Gesteinskunde. Leipzig 1921.

82. Rosenbusch, H.: Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart 1923.

83. Roth: Allgemeine und chemische Geologie, Bd. II. Berlin 1883.

84. Sandberger, F.: Einiges über Löß. 57. Verhandlungen d. Phys.-med. Gesellschaft in Würzburg. Neue Folge XIV u. XIX.

85. Sauer, A.: Über die äolische Entstehung des Löß am Rand der norddeutschen Tiefebene. Zeitschr. f. Naturwissensch. Halle 1889.

86. Sauer, A., u. Siegert, Th.: Über Ablagerung rezenten Lößes durch den Wind. Ber. d. D. geol. Ges. 1888.

87. Scherzer, H.: Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland. Bd. I. Keuper- und Muschelkalklandschaft. Wunsiedel 1920.

88. Scherzer, H.: Desgl. Bd. II, 1. Teil. Nürnberg 1922.

89. Schmidtill, E.: Zur Kenntnis der Diluvialterrassen am oberen Main zwischen Rodach- u. Regnitzmündung. Sitzungsber. d. Phys.-med. Societät Erlangen. Bd. 50/51. 1918/19.

90. Schmitthenner: Die chinesische Lößlandschaft. Geograph. Zeitschr. 1919.

91. Schneid, Th.: Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D. Geogn. Jahreshefte XXVIII. 1915.

92. Schumacher, F.: Erläuterungen zur geol. Übersichtskarte 1 : 80 000 des westl. Deutschlothringen. Straßburg 1887.

93. Soergel, W.: Löße, Eiszeiten und paläolithische Kulturen. Jena 1919.

94. Soergel, W.: Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion. Berlin 1921.

95. Soergel, W.: Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Fortschritte der Geologie und Paläontologie 1925.

96. Stadler, J.: Der Löß und sein Vorkommen um Passau. Passau 1916.

97. Stahl, A.: Zur Frage der Lößbildung. Zeitschrift d. D. geol. Ges. 1922. Brief.

98. Stahl, W.: Geolog. Untersuchungen zwischen unterer Pegnitz und Schwarzach (Mittelfranken). Sitzungsber. d. Phys.-med. Societät Erlangen. Band 61. 1929/30.

99. Steinmann, H. G.: Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Leipzig 1917. (Sammlung: Aus Natur und Geisteswelt.)

100. Stiny, J.: Leitfaden der Bodenkunde. Wien/Leipzig 1923.

101. Thürach, H.: Erläuterungen zur geolog. Karte von Baden 1 : 25 000. Blatt Odenheim.

102. Thürach, H.: Desgl. Blatt Karlsruhe.

103. Thürach, H.: Desgl. Blatt Daxlanden.

104. Wahnschaffe, F., u. Schucht, Fr.: Geologie und Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. Stuttgart 1921.

105. Wahnschaffe, F., u. Schucht, Fr.: Wissenschaftl. Bodenuntersuchung. 1924.

106. Walther: Lithogenesis der Gegenwart. 3. Teil. 1894.

107. Weißermel, W.: Diskussion zu Keilhack, „Das Rätsel der Lößbildung". Zeitschr. d. D. geol. Ges. Bd. 72 B. 1920.

108. Werth, E.: Der fossile Mensch. Berlin 1921.

109. Wervecke, L. van: Über die Entstehung der lothringischen Lehme und des mittelrheinischen Lößes. Sitzungsber. d. Heidelb. Akademie d. Wissensch. 1924. Mathem.-naturwiss. Klasse. Abtlg. A.

110. Wiegner, Gg.: Über eine neue Methode der Schlämmanalyse. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen Bd. XCI. 1918.

111. Wiegner, Gg.: Boden und Bodenbildung. Dresden 1926.

112. Wilckens, O.: Die oberrheinischen Flugsande. Steinmann-Festschrift. Sonderband der Geolog. Rundschau. XVII a.

113. Willis, Bailey: Research in China. Carnegie Inst. Publication. 1907. Band 54 I, 1.

114. Zimmermann I, E.: Diskussion zu Keilhack, „Das Rätsel der Lößbildung". Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1920. Monatsber.

115. Zimmermann II, E. (Berlin): Löß und Decksand am Südrande der niederrheinischen Bucht. Jahrbuch der Preuß. geolog. Landesanstalt. 1918. Teil I.

Nachtrag während der Drucklegung.

116. Barbour, G. B.: The loess in China. Ann. Rep. Smithsonian Institution for 1926. Washington 1927. S. 279—296. — Ref. in: Neues Jahrb. 1930. Referate II. S. 769 ff.

117. Barbour, G. B.: Das Lößproblem in China. Ber. d. Kaiserl. Leopold. deutschen Akad. d. Naturf. zu Halle. Walther-Festschrift 1930.

118. Baren, J. van: Vergleichende Untersuchungen von einem Kalkstein- und einem Lößbodenprofil aus den Niederlanden. Mittlgn. d. geol. Inst. d. Landbauhoogeschool in Wageningen N. 16. 1930.

119. Eberl, B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Ihr Ablauf, ihre Chronologie auf Grund der Aufnahmen im Bereich des Lech- und Illergletschers. Verl. Dr. B. Filser, Augsburg 1930.

120. Fuller, M. L., u. Clapp, F. G.: Formations of the North Shensi Basin, China. J. of Geol. 34. 1926. Geology of the North Shensi Basin, China. Bull. Geol. Soc. America 38. 1927. — Ref. in: N. Jahrb., 1930, Referate III, S. 569.

121. Geßner: Die Schlämmanalyse. Leipzig 1931.

122. Grahmann, R.: Über die Ausdehnung der Vereisungen Norddeutschlands und ihre Einordnung in die Strahlungskurve. Ber. d. Math.-phys. Kl. d. Sächs. Akad. d. Wissensch. Leipzig. Bd. 80. 1928. S. 107—117.

123. Knauer, J.: Glazialgeologische Ergebnisse aus dem Isargletschergebiet. Zeitschrift der D. geol. Ges. 80. 1928. Mon.-Ber. S. 294—303.

124. Schmidtgen, O., u. Wagner, W.: Eine altpaläolithische Jagdstelle bei Wallertheim in Rheinhessen. Notizbl. d. Ver. f. Erdkunde u. der Hessischen geol. Landesanstalt 1928. V. Folge, Heft 11.

125. Woldstedt, P.: Das Eiszeitalter. Verl. Enke, Stuttgart, 1929.

126. Deecke, W.: Flechtenrasen im Löß. Z. d. D. geol. G. 1928. Monatsber. S. 374 ff.

Lebenslauf.

Verfasser der Arbeit, Hans Löber, wurde am 24. November 1903 zu Nürnberg als Sohn des kaufmännischen Angestellten Theodor Löber geboren. Er ist evangelischer Konfession und bayerischer Staatsangehörigkeit. Er besuchte in Nürnberg 3 Jahre die Volkshauptschule, 6 Jahre die Kreisrealschule II und 3 Jahre die Alte Oberrealschule, die er Ostern 1922 absolvierte. Im November 1922 bezog er die Technische Hochschule München, um sich dem Studium des Berg- und Hüttenfaches zu widmen. Während mehrerer Ferien war er als Praktikant und Werkstudent auf der Luitpoldhütte in Amberg, bei der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg und bei der Zentralwerkstätte Nürnberg tätig. Im Wintersemester 1923/24 ging er zum Studium der Naturwissenschaften über und bezog die Universität Erlangen. Im Sommersemester 1926 studierte er an der Technischen Hochschule München, im Wintersemester 1926/27 an der Universität München. Im Frühjahr 1927 wurde der 1. Abschnitt, im Frühjahr 1928 der 2. Abschnitt der Lehramtsprüfung für Chemie, Biologie und Geographie abgelegt. Seitdem ist Verfasser als Lehrer der Chemie und Naturkunde an der Realanstalt am Donnersberg zu Marnheim in der Pfalz tätig.